

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление: «Информационные системы и технологии»
 Отделение: «Информационные технологии»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Интегрируемая система видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест (модуль детектирования людей)

УДК 004.932.2:004.451.7.031.43

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Ачоян Артур Араратович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

Со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Селевич Ольга Семеновна	Кандидат экономических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валериевна	Кандидат технических наук		

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКОВ)

по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные (общекультурные) компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций.
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление: «Информационные системы и технологии»
Отделение: «Информационные технологии»

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Ачоян Артур Араратович

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 №36-82/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Модуль детектирования людей входит в состав системы видеоаналитики для решения задач детектирования посетителей общественных мест. Целью ВКР является проектирование и разработка модуля детектирования людей, а также написание API для проведения интеграции модуля с системой.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Анализ предметной области 2. Проектирование модуля 3. Разработка модуля и серверного компонента 4. Интеграция модуля с Системой 4. Концепция стартап-проекта 5. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация в формате *.pptx
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Селевич Ольга Семеновна
Социальная ответственность	Аверкиев Алексей Анатольевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Ачоян Артур Араратович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление: «Информационные системы и технологии»
 Отделение: «Информационные технологии»
 Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Концепция стартап-проекта	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валерьевна	Кандидат технических наук		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Ачоян Артур Араратович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Направление	09.03.02 «Информационные системы и технологии»
Уровень образования	Бакалавриат		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Описание общей концепции программного продукта, основных причин, по которым потребители предпочтут пользоваться программным продуктом
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Планирование способов защиты ИС
<i>Объем и емкость рынка</i>	Оценка количества пользователей и рекламодателей, анализ рынка
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Определение текущей ситуации в отрасли, анализ существующих вендоров и определение возможного пути развития
<i>Себестоимость продукта</i>	Оценка себестоимости продукта
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Определение ключевых отличий разрабатываемой ИС от решений конкурентов
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Анализ особенностей продуктов конкурентов в сравнении с разрабатываемой системой, а также определение их основных проблем
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Описание целевых сегментов потребителей разрабатываемого продукта, а также предполагаемые типичные ситуации, которые приведут пользователя к его использованию
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Разработка бизнес-модели проекта, планирование потоков доходов и расходов по проекту
<i>Производственный план</i>	Планирование работ над проектом по этапам и срокам их выполнения
<i>План продаж</i>	Составление плана продаж продукта
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-</i>	

модель)	
---------	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Селевич Ольга Семеновна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Ачоян Артур Араратович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Ачоян Артур Араратович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Интегрируемая система видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест (модуль детектирования людей)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – алгоритмы детектирования объектов и программное обеспечение, представляющее собой модуль для решения задачи детектирования людей в видеопотоке и взаимодействие с другими модулями.</p> <p>Рабочая зона – аудитория с естественным и искусственным освещением, оборудованная системой отопления и кондиционирования воздуха.</p> <p>Область применения – любые организации, использующие систему видеоаналитики для отслеживания посетителей.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ согласно требованиям СанПин 2.2.2/2.4.1340-03.</p> <p>Регулирование организации рабочего места при выполнении работы сидя проводятся согласно ГОСТ 12.2.032-78.</p> <p>Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03.</p> <p>Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001.</p> <p>Превышение уровня шума рассматривается согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03</p> <p>Опасность поражения электрическим током по ГОСТ 12.1.038–82 и ГОСТ 12.1.019-2017</p> <p>Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ</p>
--	--

	12.1.004-91 и СНиП 21-01-97. Нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий устанавливаются согласно СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение". Опасные и вредные производственные факторы определяются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявленные вредные факторы: - отклонение показателей микроклимата; - недостаток освещенности рабочей зоны или его отсутствие; - монотонный режим работы; - повышенный уровень электромагнитного излучения. Выявленные опасные факторы: - опасность поражения электрическим током; - опасность возникновения пожара
3. Экологическая безопасность:	Анализ негативного воздействия на окружающую среду: утилизация компьютеров, других аппаратных средств и люминесцентных ламп. Негативное воздействие на гидросферу и атмосферу заключается в наличии отходов при производстве различной оргтехники и ламп. Негативное воздействие на литосферу происходит по причине образования отходов при поломке оргтехники и утилизации ее составных частей.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные чрезвычайные ситуации: землетрясение, наводнение, пожар. Наиболее типичная чрезвычайная ситуация: пожар, по причине возгорания электрических проводов и перегрева частей компьютера. Создание общих правил и рекомендаций по поведению во время пожара.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Ачоян Артур Араратович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 99 с., 36 рис., 16 табл., 32 источника, 3 прил.

Цель работы: разработка модуля детектирования людей в составе системы видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест и его интеграция с системой.

В ходе выполнения данной работы была исследована предметная область детектирования объектов, проанализированы алгоритмы детектирования людей различных типов, проведено сравнение характеристик работы алгоритмов и реализовано два лучших по результатам тестов из них. Затем в ходе их реализации на практике была проверена эффективность и точность работы выбранных алгоритмов и, на основе проверок, оставлен лучший из них для дальнейшего использования. Была спроектирована структура модуля детектирования людей и способ его взаимодействия с сервером системы. С использованием выбранного лучшего алгоритма был написан модуль и была написана его серверная часть для использования функционала модуля. Была проведена интеграция модуля с системой.

Разработанное программное обеспечение позволяет получить в системе видеоаналитики функционал детектирования людей в видеопотоке, определение их количества и местоположения относительно видеокамеры для сбора статистических данных и контроля доступа.

Ключевые слова: система видеоаналитики, компьютерное зрение, детектирование людей, нейронные сети, машинное обучение.

Определения, обозначения, сокращения

В данном разделе поясняются основные термины и определения, а также сокращения, применяемые в процессе написания работы.

SVM: метод опорных векторов.

OpenCV: библиотека алгоритмов компьютерного зрения.

Окаймляющая рамка: прямоугольник, описанный вокруг объекта на изображении.

API: программный интерфейс приложения.

TCP: основной протокол передачи данных в сети Интернет.

JSON: формат хранения и обмена данными.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	15
1 ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ	17
1.1 Требования к детектированию людей	17
1.2 Методы детектирования людей	19
1.2.1 Машинные методы.....	19
1.2.2 Методы глубокого обучения.....	23
2 РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ.....	29
2.1 Гистограммы направленных градиентов (HOG)	29
2.2 YOLOv5.....	31
2.3 Сравнение HOG и YOLO	36
2.4 Выводы по алгоритмам	37
3 РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЛЮДЕЙ	39
3.1 Разработка модуля	40
3.2 Разработка серверного компонента для использования API модуля ..	43
4 КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА	45
4.1 Описание продукта как результата НИР	45
4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности.....	48
4.3 Объем рынка и емкость рынка	49
4.3.1 Объем рынка.....	49
4.3.2 Емкость рынка.....	50
4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли.....	52
4.4.1 Обзор отрасли.....	52
4.4.2 Основные вендоры рынка	52

4.4.3	Предпосылки роста отрасли	53
4.4.4	Препятствия для роста отрасли	54
4.4.5	Прогнозы роста рынка.....	55
4.5	Планируемая стоимость продукта	56
4.6	Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами	68
4.7	Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта.....	72
4.8	Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж.....	74
4.9	Стратегия продвижения продукта на рынок.....	76
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
5.1	Введение.....	77
5.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	77
5.2.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	77
5.2.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	79
5.3	Производственная безопасность	80
5.3.1	Вредные производственные факторы	81
5.3.2	Опасные производственные факторы	84
5.4	Экологическая безопасность	87
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
5.6	Вывод по разделу	89
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	93
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.	97

ПРИЛОЖЕНИЕ В.	98
ПРИЛОЖЕНИЕ С.	99

ВВЕДЕНИЕ

Детектирование различных объектов и, в частности, силуэтов людей на изображениях и в видео относится к одной из задач компьютерного зрения и является актуальной в сферах. Традиционно, детектирование объектов применяется при распознавании лиц на изображениях для дальнейшего их анализа – определения пола, возраста, идентификации человека – в пропускных системах предприятий, системах видеонаблюдения и так далее. Также, задача детекции объектов решается при работе приложений, регулирующих автомобильное движение в реальном времени, например, систем детектирования транспортных средств [1].

Решение задачи детектирования людей является актуальной в рамках такого рода систем для определения местоположения человека, подсчета общего количества людей и отслеживания их перемещений.

Для решения данной задачи существуют алгоритмы, как машинные, так и основанные на глубинном обучении, справляющиеся с различной точностью и скоростью [2]. Особенно хорошо повлиял на развитие методов детектирования отход от привычных машинных методов, таких как каскады Хаара и SVM-классификаторы, и переход в сторону применения сверточных нейронных сетей, проектирования различных архитектур сетей и их постоянного улучшения [3].

Из последних достижений в данной сфере можно отметить real-time-алгоритмы, способные детектировать объекты в режиме реального времени в видеопотоке с высоким разрешением и частотой кадров. Это стало возможно на фоне улучшения архитектур нейронных сетей-детекторов и улучшения технических характеристик процессоров и графических ускорителей [4].

Целью данной работы является реализация полноценного модуля, входящего в состав интегрируемой системы видеоаналитики, ответственного за детектирование людей в видеопотоке.

Были поставлены следующие задачи:

1. Поиск используемых методов детектирования,
2. Изучение найденных методов,
3. Их сравнение и выбор наиболее удовлетворяющего требованиям,
4. Реализация выбранного метода,
5. Написание модуля, решающего задачу детектирования людей в видеопотоке в составе системы,
6. Написание интерфейса взаимодействия с сервером и интеграция с системой.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ

1.1 Требования к детектированию людей

В рамках системы видеоаналитики, отслеживающей посетителей общественных мест, к задаче детектирования людей имеются следующие требования:

1. Детектирование людей должно эффективно работать как с изображениями, так и с видеопотоком;
2. Задача должна быть решена для условий наличия множества людей в объективе видеокамеры, то есть, детектированы должны быть все люди, попавшие в видео или изображение, одновременно;
3. Детектирование людей должно производиться с высокой скоростью;
4. Результат решенной задачи должен содержать силуэты людей целиком.

В качестве задач компьютерного зрения обычно рассматриваются 4 основных – задачи классификации, классификации с локализацией, детекции объектов и сегментации объектов [5].

Задачи классификации и классификации с локализацией возникают при попытке обнаружении одного объекта на изображении. Решение задачи классификации предполагает только определение класса объекта, либо отсутствия класса на изображении, решение задачи классификации с локализацией дополнительно содержит прямоугольную рамку, ограничивающую объект.

Задачи детекции и сегментации объектов решаются при наличии множества объектов на изображении, причем количество объектов заранее неизвестно. При детектировании объектов определяются ограничивающие их рамки, при сегментации – множество пикселей, принадлежащих объекту на изображении. Наглядные различия между вышеописанными задачами

приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные задачи компьютерного зрения и их различия

Детектирование людей на изображениях, где их может быть более одного, очевидно, не относится к задачам классификации. Следовательно, необходимо рассмотреть задачи детекции и сегментации объектов.

Задача детекции – задача, в рамках которой необходимо выделить несколько объектов на изображении посредством нахождения координат их ограничивающих рамок и классификации этих ограничивающих рамок из множества заранее известных классов [5].

Задача же сегментации – разделение цифрового изображения на несколько сегментов, цель сегментации – упрощение и/или изменение представления изображения, чтобы его было проще и легче анализировать. Сегментация используется в основном для обнаружения объектов и их границ на изображениях, и, если говорить более точно, сводится к присвоению каждому пикселю меток, говорящих о его принадлежности к тому или иному объекту [6].

В случае распознавания людей, использование методов сегментации нецелесообразно по нескольким причинам:

1. Детектирование людей производится для выяснения их расположения и для дальнейшей обработки каждого человека отдельно. Для

данной задачи детектирования более чем достаточно, главное условие – силуэт человека должен целиком попасть внутрь его обнаруженной границы;

2. По причине необходимости работы в реальном времени и имеющихся ограничений скорости работы, методы детектирования подходят лучше более сложных и затратных по времени методов сегментации.

3. Сегментация больше подходит для первичной обработки изображений – сегментирования изображений целиком на относительно однородные области – и результат сегментации может сильно отличаться в зависимости от того, насколько сегментация грубая.

В силу данных обстоятельств, было принято решение использовать детектирование объектов.

1.2 Методы детектирования людей

Все методы решения задачи детекции объектов можно разделить на две основные категории:

- Методы машинного обучения;
- Методы глубокого обучения.

Несмотря на то, что, из соображений скорости работы, методы машинного обучения подходят лучше, рассмотрения требуют методы обеих категорий.

1.2.1 Машинные методы

Метод Виолы-Джонса

Данный метод был создан и используется в основном для распознавания на изображениях лиц. Основные принципы, на которых основан метод, таковы [7]:

1. используются изображения в интегральном представлении, что позволяет вычислять быстро необходимые объекты;
2. используются признаки Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта;

3. используется бустинг для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;
4. все признаки поступают на вход классификатора, который даёт результат «верно» либо «ложь»;
5. используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найден объект.

Метод масштабно-инвариантной трансформации признаков (SIFT)

Сначала в SIFT извлекаются ключевые точки объектов из набора контрольных изображений и запоминаются в базе данных [8]. Объект распознаётся в новом изображении путём сравнения каждого признака из нового изображения с признаками из базы данных и нахождения признаков-кандидатов на основе евклидова расстояния между векторами признаков. Из полного набора соответствий в новом изображении отбираются поднаборы ключевых точек, которые наиболее хорошо согласуются с объектом по его местоположению, масштабу и ориентации.

Для любого объекта в изображении могут быть извлечены особые точки для обеспечения «описания признака» объекта. Это описание, полученное из тренировочного изображения, может быть затем использовано для опознавания объекта, когда пытаемся определить место объекта в тестовом изображении, содержащем много других объектов. Для осуществления надёжного распознавания важно, чтобы признаки, извлечённые из тренировочного изображения, могли быть обнаружены даже при изменениях в масштабе изображения, изменении шума и освещения. Такие точки обычно лежат в областях высокой контрастности, таких как границы объектов.

Данный алгоритм был запатентован, однако срок патента истек в 2020 году [9], и теперь он доступен в основном репозитории OpenCV.

На рисунке 2 приведен пример подбора ключевых точек объектов на изображении.



Рисунок 2 – Пример работы SIFT

Гистограммы направленных градиентов (HOG)

Основная идея, лежащая в основе HOG, заключается в том, что внешний вид и форма части объекта могут быть достаточно хорошо описаны распределением градиентов интенсивности пикселей, соответствующих данному участку изображения, без точной информации о градиентах в каждой точке [10]. Реализация дескрипторов HOG может быть произведена путём деления изображения на маленькие связные области, именуемые ячейками, и расчетом для каждой ячейки гистограммы направлений градиентов или направлений краев для пикселей, находящихся внутри ячейки. Комбинация этих гистограмм и является дескриптором. Конечным шагом в распознавании объектов с использованием HOG является классификация дескрипторов, для которой авторы использовали метод опорных векторов. Однако помимо данного метода, может быть использована любая модель обучения с учителем.

Алгоритм изначально был описан для нахождения пешеходов на

статичных изображениях [10], и затем его область применения была расширена до нахождения людей на видео.

В статье авторов [10] были приведены результаты произведенных тестов работы различных дескрипторов на двух наборах данных (рисунки 3 и 4).

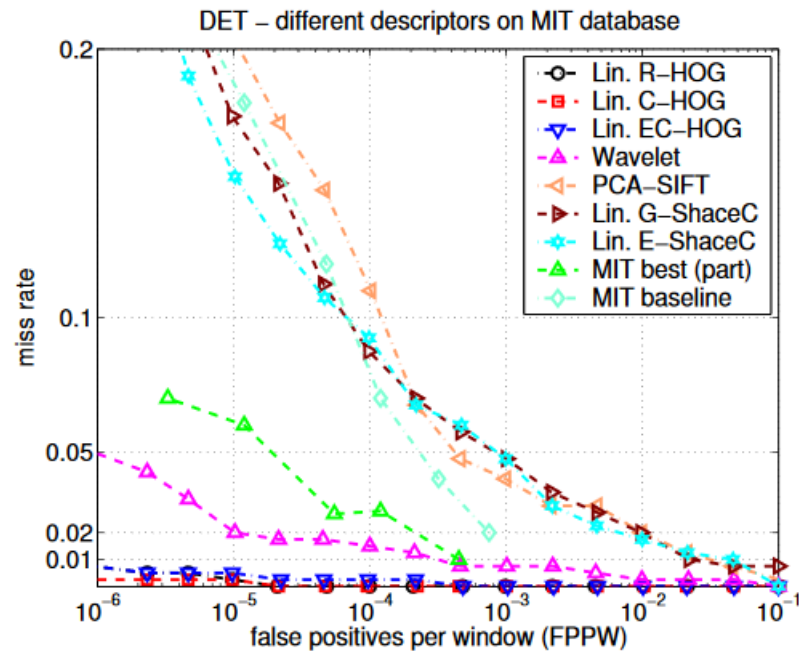


Рисунок 3 – Результаты работы дескрипторов на датасете MIT

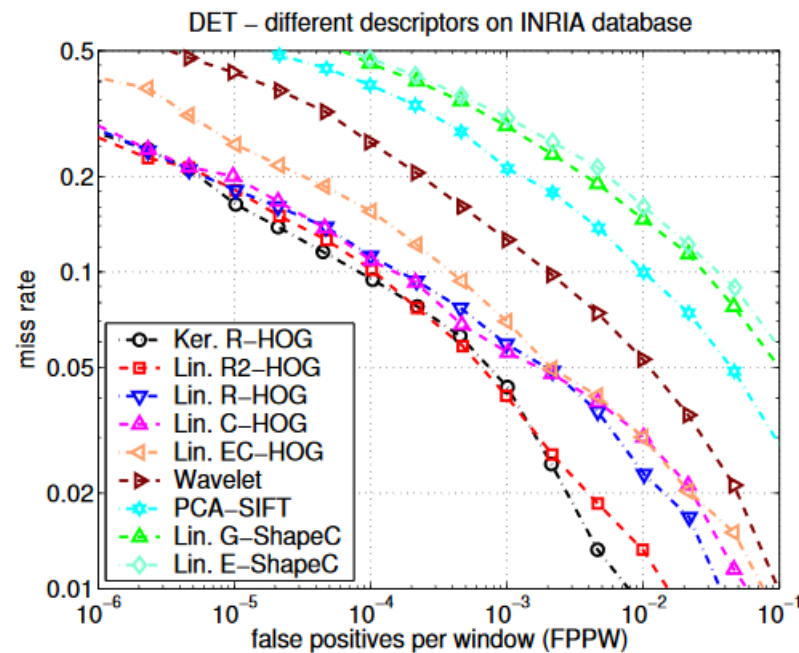


Рисунок 4 – Результаты работы дескрипторов на датасете INRIA

R-HOG и C-HOG – разновидности HOG, использующие блоки

различной формы, PCA-SIFT – усовершенствованная разновидность SIFT из прошлого раздела, Wavelet – обобщенные вейвлеты Хаара, чья адаптация используется в алгоритме Виолы-Джонса.

Как видно из рисунков 3 и 4, методы HOG опережают прочие методы по своей результативности и являются одними из лучших машинных методов для нахождения людей на изображениях.

1.2.2 Методы глубокого обучения

Методы этой категории реализованы, в основном, с использованием сверточных нейронных сетей. Выделяют два параллельно развивающихся подхода:

- Двухэтапные методы (методы, основанные на регионах). На первом этапе таких методов с помощью селективного поиска на изображении выделяются регионы, с высокой вероятностью содержащие объекты. На втором этапе производится классификация объектов и уточнение их охватывающих рамок.
- Одноэтапные методы, не совершающие отдельно генерацию «регионов интереса», предсказывают координаты охватывающих рамок объектов и в процессе работы корректируют их.

К двухэтапным методам относится R-CNN и его различные модификации (Fast R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN).

Одноэтапные методы – YOLO, SSD.

R-CNN

Region based convolutional neural networks – R-CNN – основа метода детектирования объектов, в процессе которого используется селективный поиск для выделения 2000 регионов на изображении. Затем из регионов с помощью сверточных нейронных сетей извлекаются признаки, методом опорных векторов признаки классифицируются, и уточняются границы регионов [2]. На рисунке 5 приведена архитектура такой модели [2].

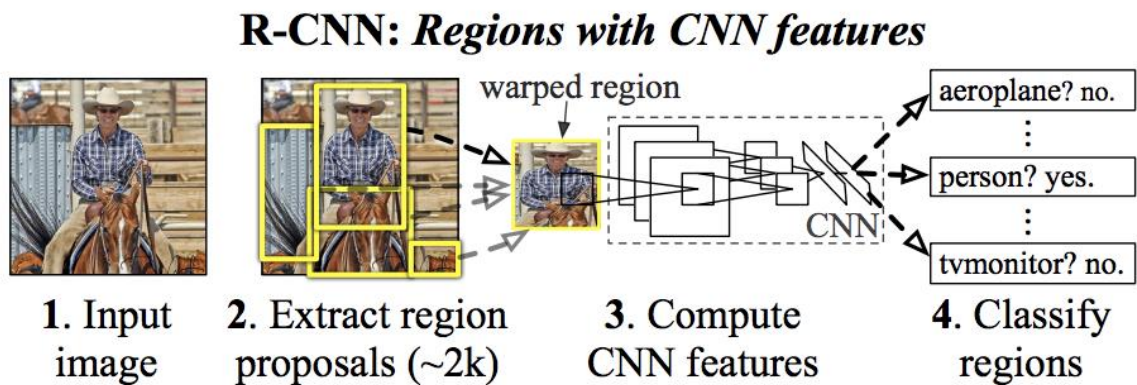


Рисунок 5 – Архитектура R-CNN

На примере изображений данный метод показывает высокую точность, однако он имеет следующие ключевые недостатки:

- Алгоритм требователен в плане использования вычислительных мощностей и требует много времени на обучение;
- Как следствие, не может использоваться для распознавания объектов в реальном времени – на обработку одного изображения тратится порядка 47 секунд [4].

Данный метод неприменим для работы с видеопотоком в режиме реального времени и в настоящее время не используется, однако существуют его усовершенствованные и более быстрые модификации.

Fast R-CNN

Усовершенствование данного алгоритма затрагивает одну из самых затратных по времени и ресурсам часть R-CNN – обработку каждого из 2000 регионов сверточной нейронной сетью. В Fast R-CNN карта признаков, построенная по изображению, целиком передается слоям нейронной сети, после чего определяется вероятность принадлежности классу объекта и границы региона объекта [11]. Архитектура такой модели приведена на рисунке 6 [11].

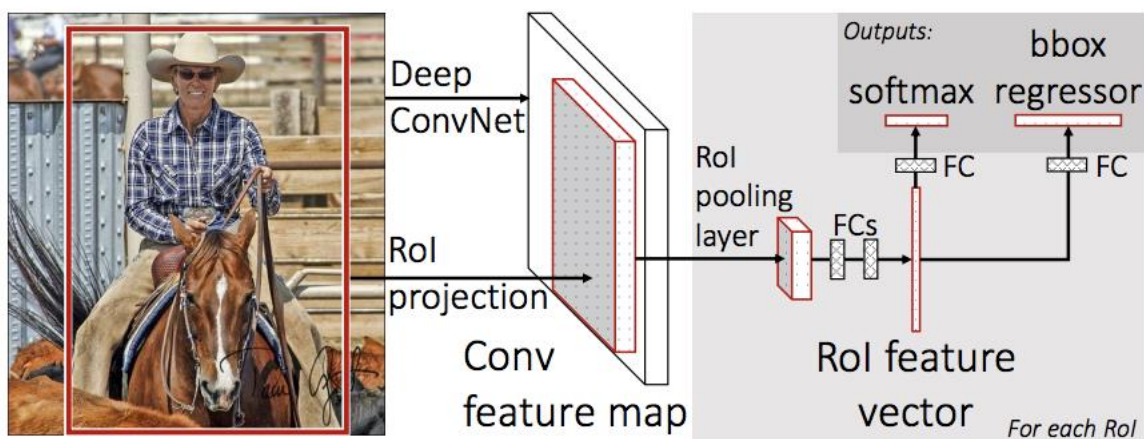


Рисунок 6 – Архитектура Fast R-CNN

По сравнению с классическим методом R-CNN, Fast R-CNN имеет более высокую точность и гораздо более высокую скорость работы. Однако данный метод, как и R-CNN, использует селективный поиск, который очень затратен по использованию ресурсов и времени работы.

Этот недостаток был исправлен в следующей модификации метода.

Faster R-CNN

Вместо селективного поиска, авторы использовали разработанный ими метод локализации объектов – RPN (Region Proporsal Networks) [12].

Данная модель осуществляет локализацию объектов чуть хуже, но заметно опережает R-CNN и Fast R-CNN по скорости (рисунок 7) [4].

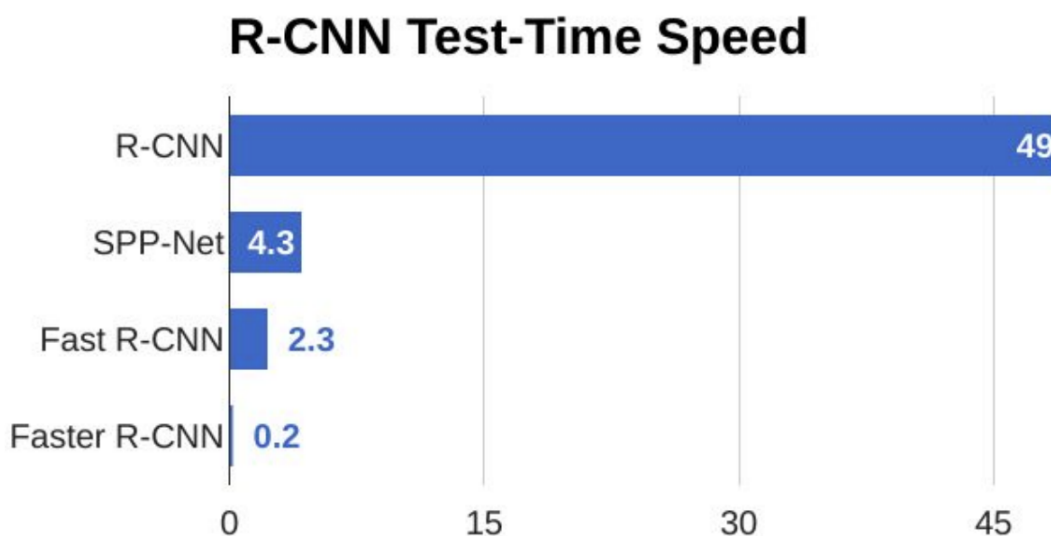


Рисунок 7 – Сравнение скорости работы алгоритмов детектирования

объектов

Из рисунка 7 можно сделать следующий вид – метод Faster R-CNN является главным кандидатом для обнаружения людей в видеопотоке в режиме реального времени, если выбирать из двухэтапных методов глубокого обучения.

YOLO

Архитектура YOLO – это яркий пример одноэтапных методов глубокого обучения, который свободен от проблем, присущих вышеописанным двухэтапным алгоритмам. Во-первых, YOLO анализирует изображение целиком, а не по регионам, что дает более точное распознавание объектов, и, во-вторых, YOLO имеет гораздо более высокую скорость обработки изображений, нежели относительно медленные R-CNN-методы.

Архитектура первой версии алгоритма YOLO приведена на рисунке 8 [13]. Последняя версия алгоритма YOLOv5 была выпущена 25 июня 2020 года.

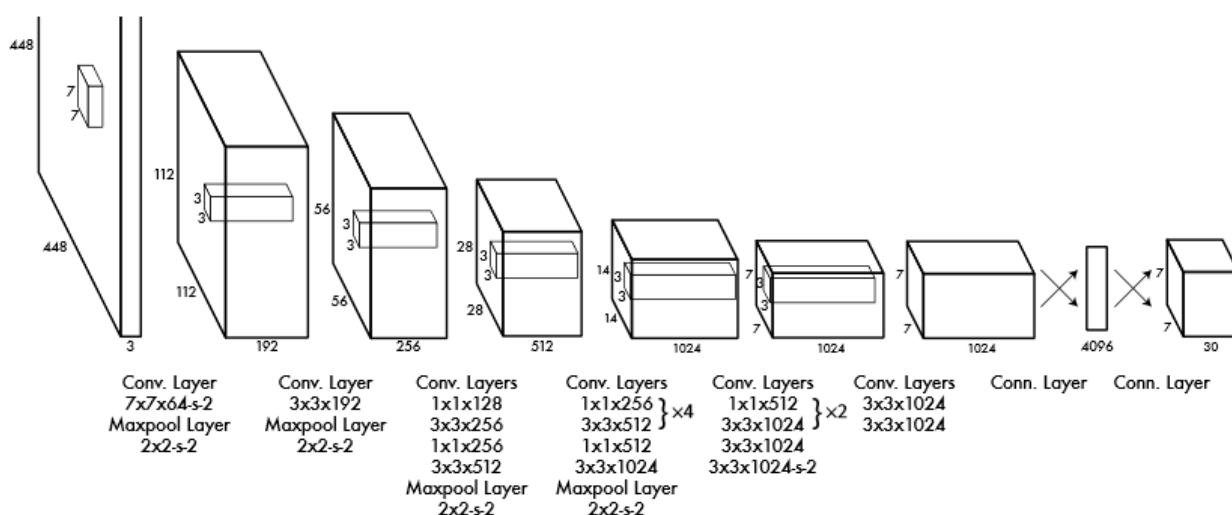


Рисунок 8 – Архитектура YOLO

Алгоритм работы YOLO следующий. Изображение разбивается сеткой некоторого размера на ячейки, нейронная сеть для каждой ячейки рассчитывает вероятность класса и величину смещения для окаймляющей

рамки ячейки. Рамки, имеющие вероятность класса выше некоторого порогового значения, выбираются для определения местоположения объекта на изображении (рисунок 9) [4].

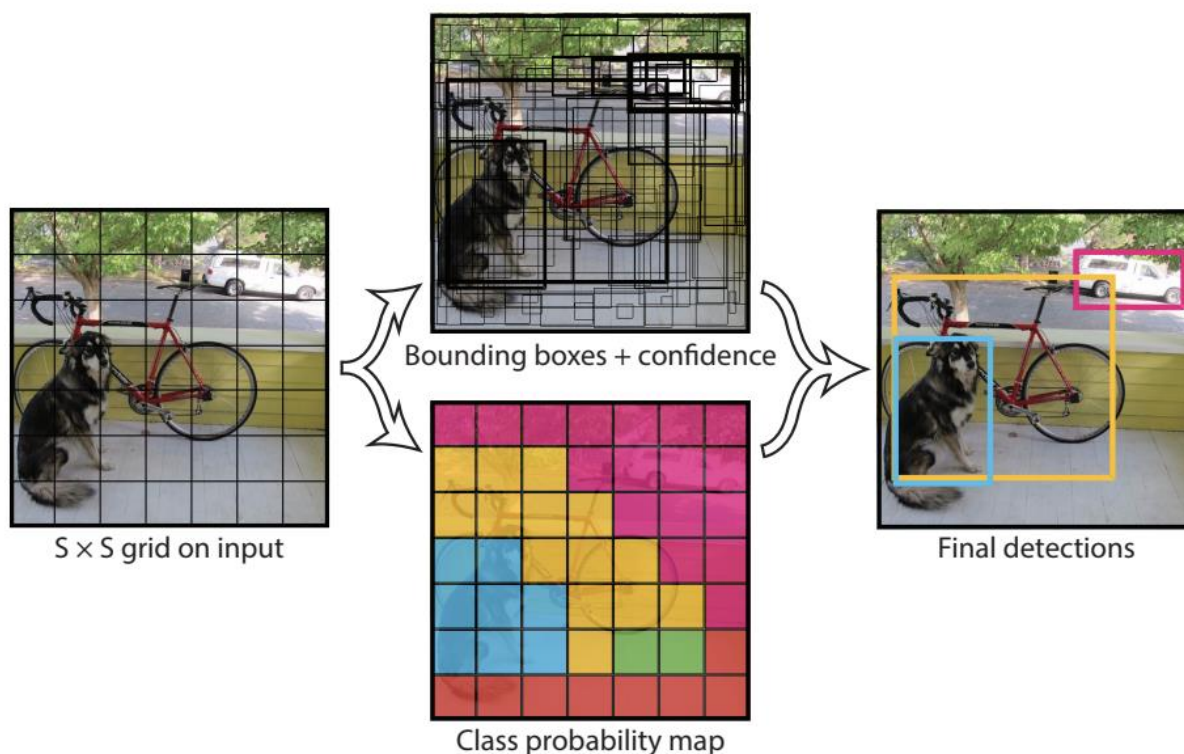


Рисунок 9 – Работа алгоритма YOLO

Последняя версия алгоритма YOLOv5 реализована на основе архитектуры YOLO с некоторыми усовершенствованиями. На рисунке 9 приведено сравнение YOLOv4 с другими алгоритмами детектирования объектов в реальном времени [14].

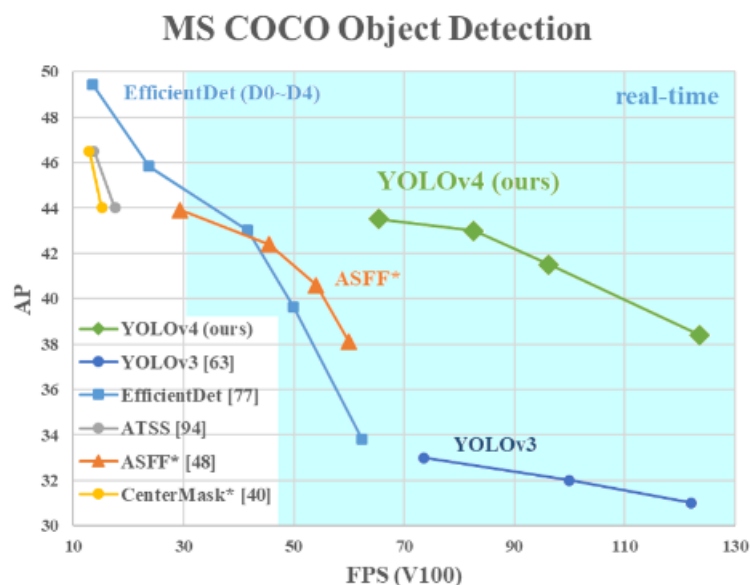


Рисунок 9 – Сравнение YOLOv4 с другими алгоритмами

Из рисунка видно, что точность и результативность данного алгоритма намного выше остальных, особенно при высоком FPS. Стоит отметить, что последние версии YOLO считаются одними из лучших детекторов объектов в режиме реального времени.

Сравнение работы версий YOLOv5 и EfficientDet приведено на рисунке 10 [15].

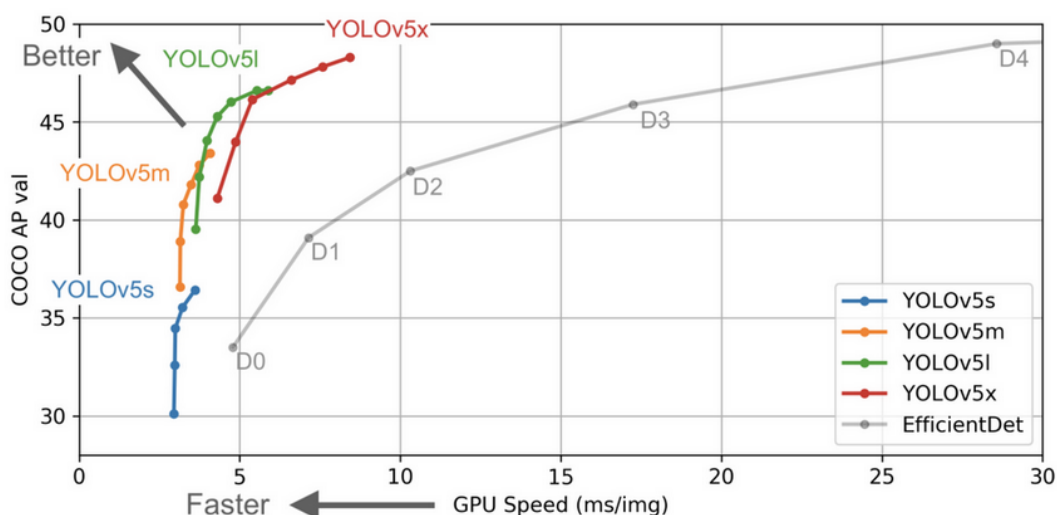


Рисунок 10 – Работа YOLOv5

Стоит отметить, что версия YOLOv5 данного метода в настоящее время активно дорабатывается и изменяется, поэтому ее использование может быть рискованным. Версия YOLOv4 стабильна.

2 РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ

2.1 Гистограммы направленных градиентов (HOG)

Для реализации детектирования людей был выбран алгоритм гистограмм ориентированных градиентов. Реализация была написана на языке программирования Python с использованием открытых библиотек OpenCV, Scikit-learn, NumPy, Scikit-image.

Для обучения был использован набор данных INRIA Person Dataset, содержащий изображения с положительными примерами (содержащими человека) и отрицательными примерами (не содержащими людей). Пример изображения с положительным примером показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Изображение с примером человека

Для каждого из тренировочных изображений реализация рассчитывала гистограммы ориентированных градиентов в каждой точке и, зная, какие из гистограмм относятся к изображениям с человеком, обучала SVM-классификатор.

Проект, помимо тренировочных изображений, содержит два основных файла – `training_SVM.py` и `visualize_image.py` – для обучения модели и проверки результатов соответственно. Первый файл содержит код для обработки тренировочных изображений, расчета дескрипторов HOG и обучения классификатора. Второй файл принимает тестовое изображение и

отображает на нем прямоугольные области, содержащие людей. С кодом, содержащимся в данных файлах, можно ознакомиться в приложениях А и В.

Пример работы программы приведен на рисунке 12.

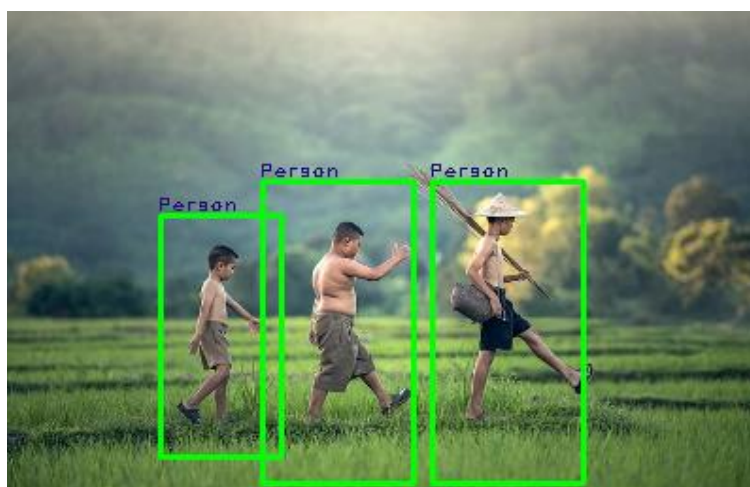


Рисунок 12 – Результат работы программы

Однако, на рисунке приведен один из идеальных примеров работы. Чаще же всего, особенно на изображениях с высокой концентрацией людей, которые не стоят по отдельности, а визуально перекрывают друг друга, алгоритм не отрабатывает должным образом (рисунок 13).

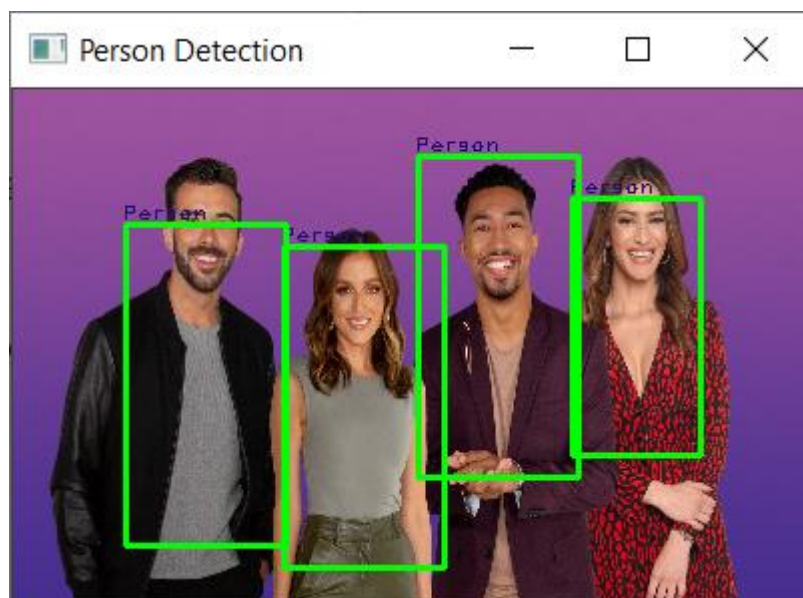


Рисунок 13 – Пример неудачной отработки алгоритма

По данной причине, следующим этапом была реализация детектора людей на изображениях и в видеопотоке с использованием алгоритма

YOLOv5.

2.2 YOLOv5

Данный этап был немного проще, так как в свободном доступе имеются уже обученные модели нескольких разных размеров. Конечно, алгоритм дает возможность и самому обучать модель на собственной выборке, однако это занимает много времени и не настолько необходимо, так как в алгоритме уже заложен функционал для детектирования людей.

Большие модели работают с изображениями и видео более высокого разрешения, но занимают больше ресурсов при работе с ними и работают медленнее. По этой причине, была выбрана минимальная модель YOLOv5s, работающая с разрешением 640 на 640 пикселей.

Также, имеющиеся в свободном доступе модели работают с 80 различными классами объектов (пример на рисунке 14), что для решения моей задачи не нужно, поэтому имеющаяся модель была урезана для детектирования объектов только одного класса – человек.

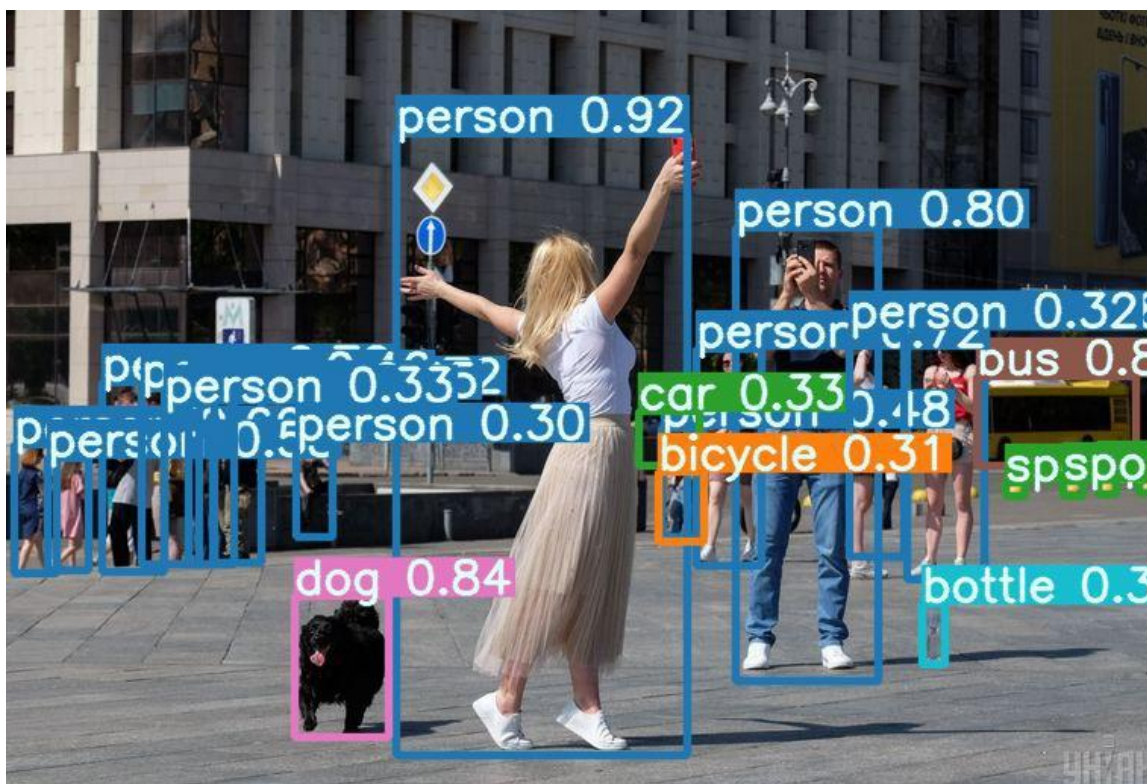


Рисунок 14 – Пример работы

Для реализации был использован язык программирования Python и библиотеки PyTorch и OpenCV.

В итоге, были написаны две функции – `image_detection` и `realtime_detection` – для работы с изображениями и с видеопотоком соответственно. Исходный код приведен в приложении С. На рисунках 15-17 можно ознакомиться с результатами работы алгоритма.



Рисунок 15 – Исходное изображение



Рисунок 16 – Предсказание алгоритма

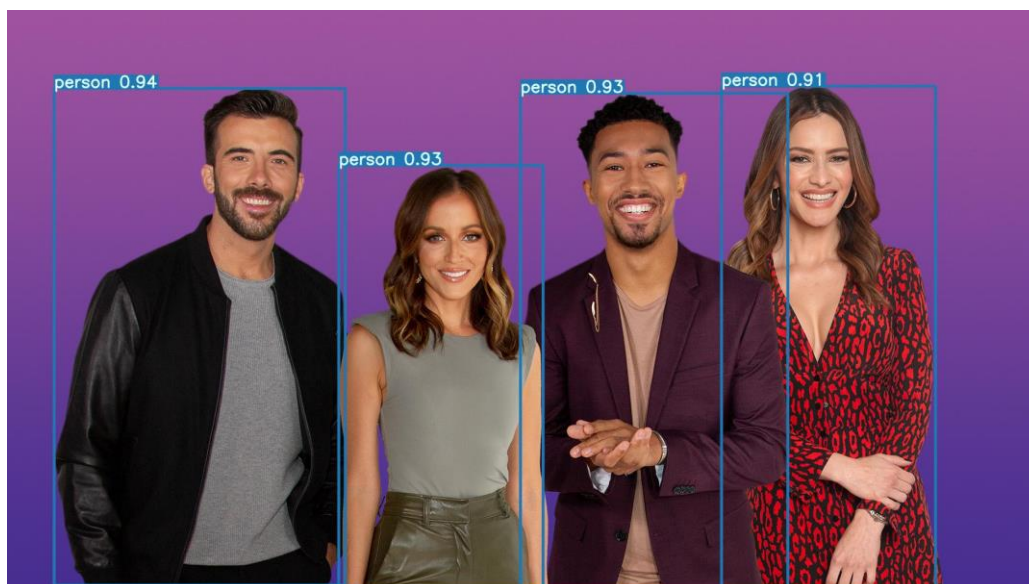


Рисунок 17 – Результат работы алгоритма

Как можно заметить, результаты работы алгоритма близки к идеальным. Данный факт подтолкнул к выбору именно YOLOv5 для реализации решения в режиме реального времени.

Функция `realtime_detection` была написана как для работы с видео с веб-камеры, так и для работы с видео из интернета. Пример работы алгоритма с веб-камерой приведен на рисунке 18.

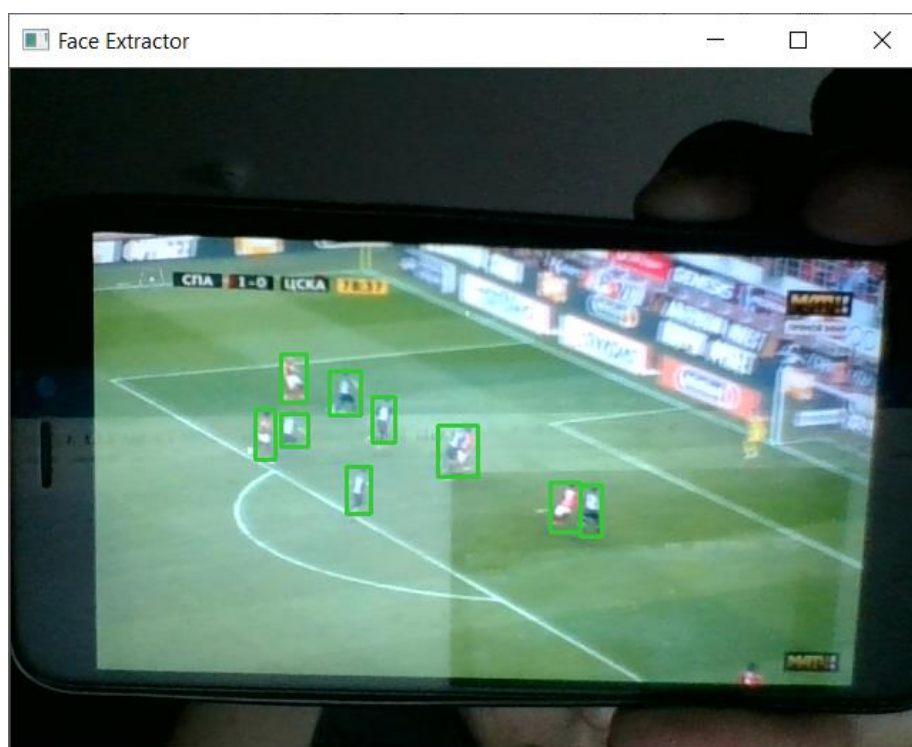


Рисунок 18 – Детектирование людей на видеопотоке с веб-камеры

В процессе написания данной функции и тестирования выяснилось, что процессор на моем рабочем ноутбуке тратит около секунды на нахождение людей на одном кадре с веб-камеры (рисунок 19).

```
1 persons, done. 1.144 s
1 persons, done. 1.124 s
1 persons, done. 1.135 s
1 persons, done. 1.104 s
1 persons, done. 1.137 s
1 persons, done. 1.127 s
1 persons, done. 1.146 s
1 persons, done. 1.139 s
1 persons, done. 1.115 s
1 persons, done. 1.134 s
1 persons, done. 1.147 s
1 persons, done. 1.139 s
1 persons, done. 1.135 s
1 persons, done. 1.145 s
1 persons, done. 1.226 s
```

Рисунок 19 – Время обработки каждого кадра видео

Это означает 1 FPS, что является довольно низким показателем. Однако при этом точность работы очень высока. Для устранения сомнений в написанной реализации, данный алгоритм был запущен на сервисе `google.colab` на обычном процессоре и на графическом с целью измерить скорость обработки кадров на аппаратном обеспечении сервиса. Результат приведен на рисунке 20.

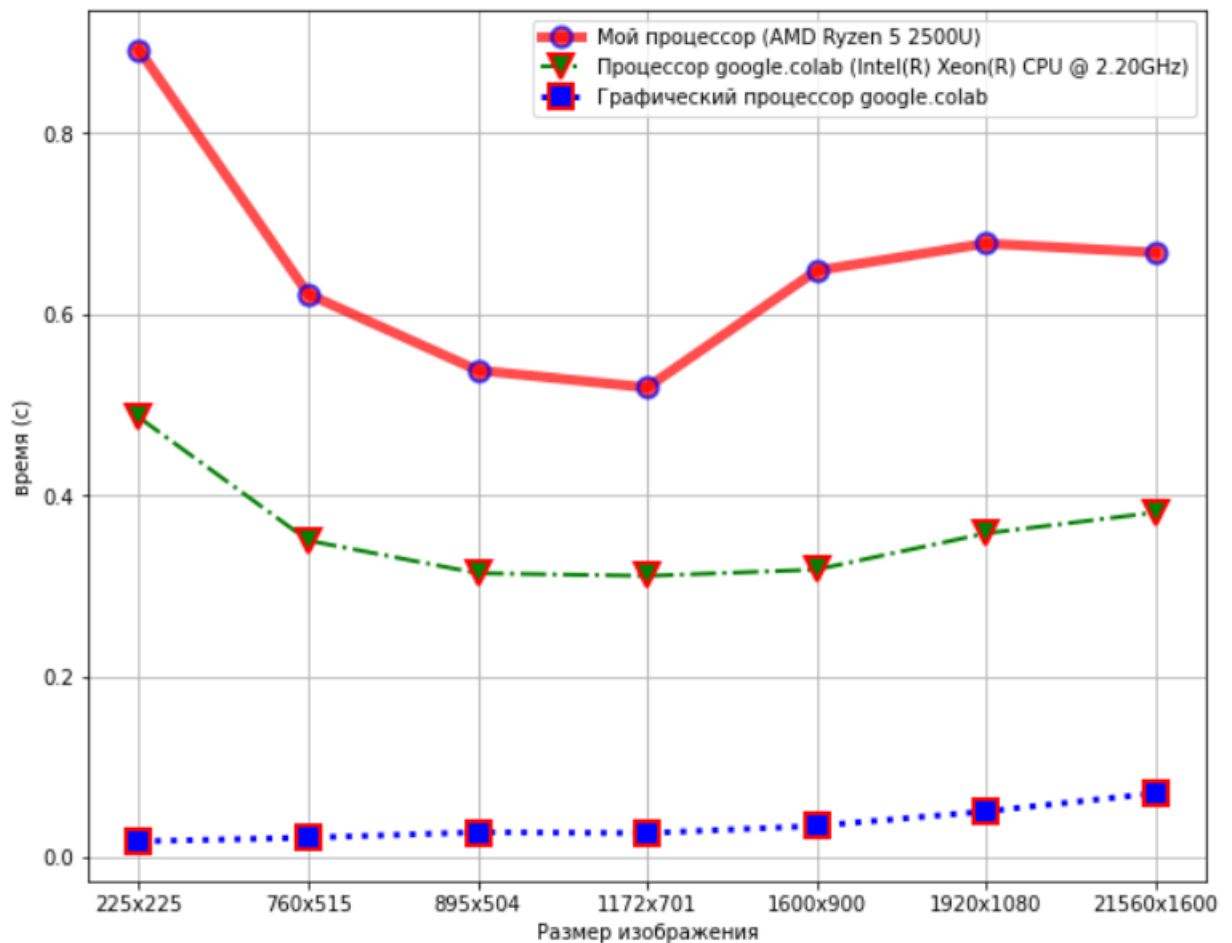


Рисунок 20 – Сравнение работы алгоритма при различных условиях

Алгоритм был запущен на изображениях различного размера, и было измерено среднее время его работы. Как можно увидеть, его скорость работы сильно зависит от аппаратного обеспечения, и слабо зависит от размера изображения.

На самом деле, если внимательно изучить все тесты, в которых участвовал алгоритм YOLOv5, высокая скорость работы в большой мере обеспечивалась быстрыми графическими процессорами, на которых алгоритм и выдавал хорошие результаты.

На рисунке 21 приведен результат работы алгоритма с видео.

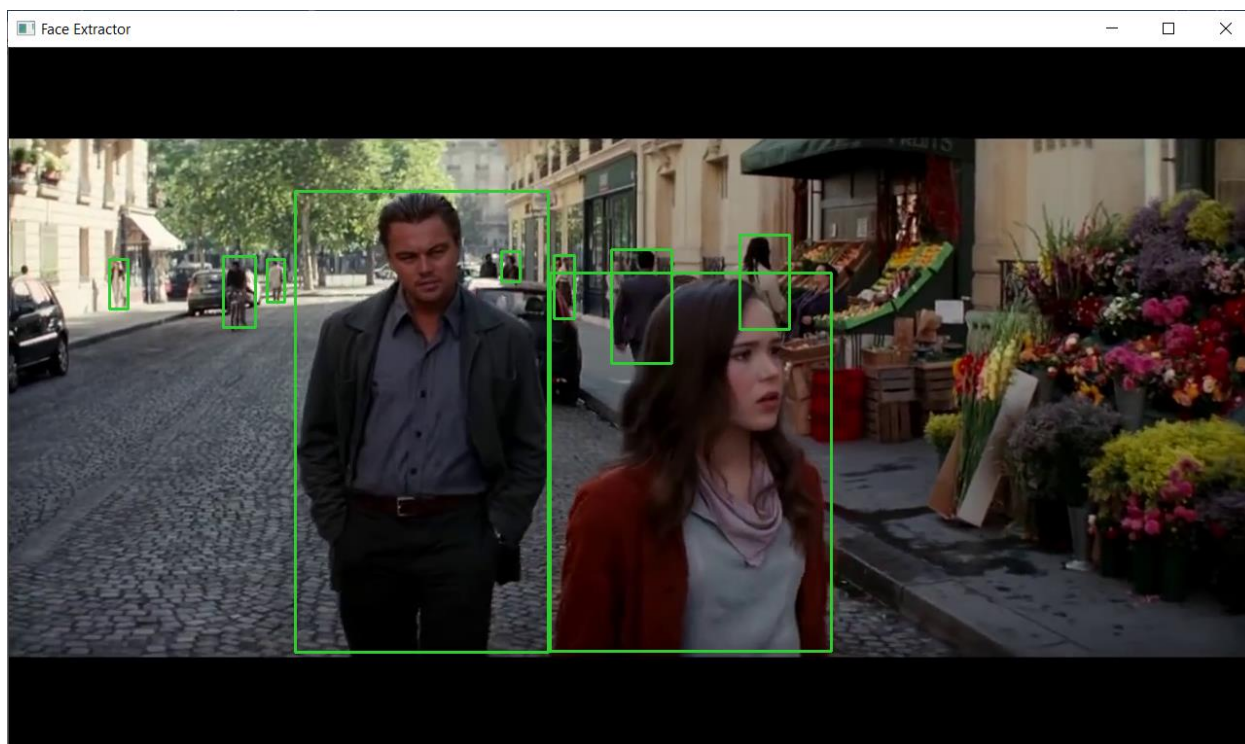


Рисунок 21 – Пример работы алгоритма на видео

2.3 Сравнение HOG и YOLO

Визуально, точность работы алгоритма YOLOv5 гораздо выше аналогичного показателя у метода гистограмм ориентированных градиентов, и данный факт требует объективного подтверждения.

Для проведения тестов были использованы 1000 изображений из набора данных COCO, содержащие уже размеченные силуэты людей – то есть, для каждого человека на изображении уже были известны координаты его окаймляющей рамки. В качестве метрики оценки результатов работы алгоритмов была выбрана типичная в таких случаях IoU – intersection over union, она же мера Жаккара (рисунок 22).

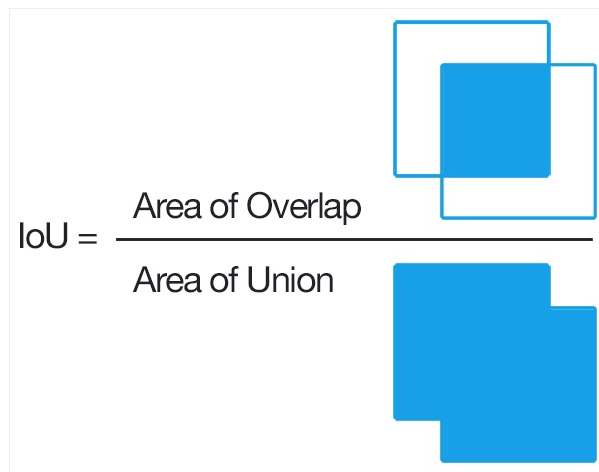


Рисунок 22 – Метрика IoU

Данный показатель для каждой конкретной пары известной и предсказанной алгоритмом окаймляющей рамки рассчитывается как отношение площади пересечения рамок и площади области их объединения. Его значение может быть в пределах от 0 до 1 – 0 означает то, что рамки не пересекаются, и 1 показывает их полное совпадение. Соответственно, чем больше среднее значение меры Жаккара, тем точнее алгоритм работает. На тестовых изображениях HOG показал среднее значение IoU, приблизительно равное 0.3, YOLOv5 – 0.8, что подтверждает гораздо более высокую точность работы YOLOv5.

2.4 Выводы по алгоритмам

При изучении методов детекции объектов на изображениях было выявлено два наиболее подходящих метода, каждый из своей области:

- Гистограммы направленных градиентов (HOG) – машинный метод;
- YOLOv4 – одноэтапный детектор объектов.

Главные преимущества метода HOG:

1. Относительная простота реализации,
2. Высокая скорость работы,
3. Изначальная направленность метода для решения задачи

обнаружения пешеходов.

Главные преимущества алгоритма YOLO:

1. Очень высокая точность работы,
2. Новизна – последняя версия алгоритма была выпущена 25 июня 2020 года;
3. YOLO является первой нейронной сетью, научившейся детектировать объекты в реальном времени на мобильных устройствах;
4. Версии YOLOv4 и YOLOv5 быстрее и точнее других методов-аналогов их класса.

Оба алгоритма были реализованы. Были проведены тесты, исходя из результатов которых, алгоритм HOG, в силу низкой точности, был отброшен.

Точность работы YOLOv5 очень высокая, поэтому этот факт, вкупе с одним из лучших соотношений точности и скорости работы среди существующих алгоритмов, послужил причиной его выбора для дальнейшей разработки модуля детектирования людей.

3 РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЛЮДЕЙ

Общая архитектура системы приведена на диаграмме компонентов (рисунок 23).

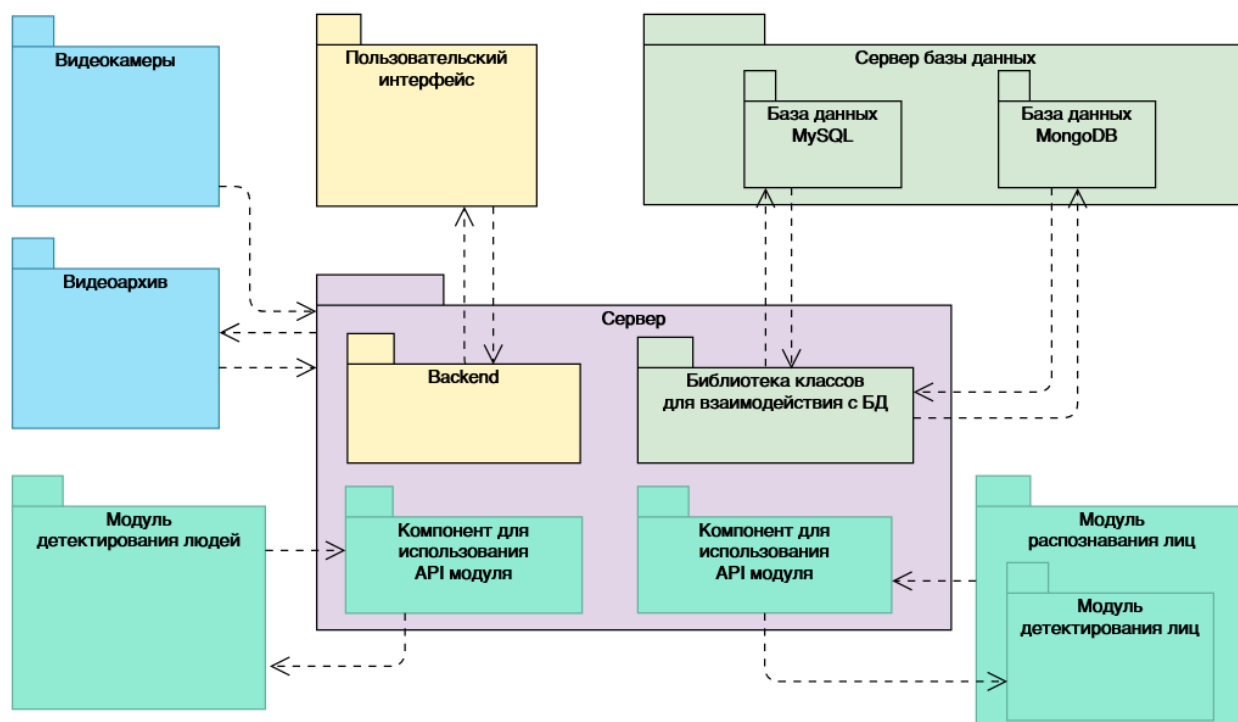


Рисунок 23 – Архитектура системы

Основа системы – сервер, обрабатывающий данные с видеокамер, работающий с видеоархивом, пользовательским интерфейсом, заносящий записи в базы данных и обращающийся к модулям для решения какой-либо конкретной задачи.

Основной целью работы была разработка модуля детектирования людей и его интеграция с системой. Данный модуль никак не связан с модулем детектирования и распознавания лиц; более того, они решают различные задачи и не взаимозаменяемы, как может показаться на первый взгляд. Модуль детектирования и распознавания лиц направлен на идентификацию людей и решение задач, требующих однозначное распознавание каких-либо людей. Модуль детектирования людей никак человека не идентифицирует, и направлен на сбор статистики (подсчет количества людей в поле зрения камеры, их расположение), определение

самого факта наличия или передвижения человека, например, в помещении с запретом доступа. Основное преимущество, которое отсутствует у детектора лиц – детектирование успешно осуществляется и при отсутствии лица, при практически любой позе человека и любом его положении относительно камеры. Данный факт приводит к еще одному случаю применения – как вспомогательного элемента для детектора лиц в каких-либо исключительных случаях, когда нахождение лица затруднительно.

Модуль детектирования людей, как и остальные модули системы, должен напрямую взаимодействовать только с сервером. Вследствие этого, процесс разработки модуля был разбит на два этапа:

- Написание собственно модуля и его API, обрабатывающего изображения и детектирующего людей на них;
- Разработка серверного компонента, дающего возможность серверу использовать API модуля и позволяющего провести интеграцию.

3.1 Разработка модуля

Для написания ядра модуля, ответственного за работу собственно алгоритма детектирования людей, был выбран язык программирования Python по причине его удобства для работы с нейронными сетями и наличия множества полезных библиотек, которые были использованы – PyTorch для работы с алгоритмом, NumPy для работы с массивами, Pillow для работы с изображениями и стандартная библиотека socket для создания, управления и разрыва tcp-соединения с сервером системы.

Структура модуля представлена на рисунке 24.

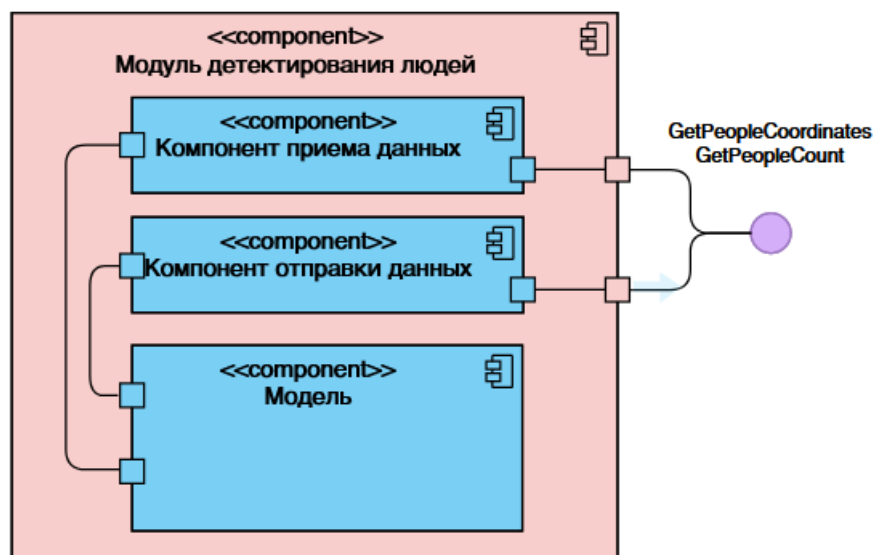


Рисунок 24 – Структура модуля детектирования людей

Он состоит из модели сети YOLOv5, и двух компонент для приема и отправки данных. Модель решает основную задачу детектирования, компоненты передачи данных упаковывают и запаковывают данные в удобный для взаимодействия формат и управляют tcp-соединениями.

Ядро модуля обладает функционалом для решения двух задач – нахождения координат окаймляющих рамок всех людей на изображении и подсчета общего числа людей на нем, в зависимости от потребности сервера. За реализацию данного функционала отвечают методы `GetPeopleCoords()` и `GetPeopleCount()`.

Было решено реализовать взаимодействие между модулем и системой путем передачи данных по tcp-протоколу напрямую. Благодаря обмену данными между модулем и сервером посредством tcp, модуль может быть как расположен на одном компьютере с сервером системы, так и аппаратно разделен с ним, что придает определенную гибкость возможным вариантам конфигурации системы. Взаимодействие с помощью http и реализацию REST API для использования модуля, как возможный вариант организации взаимодействия, было решено не использовать. Причина заключается в том, что http-протокол в большей мере подходит для передачи гипертекстовых файлов, тогда как модулю и серверу необходимо обмениваться обычными

числовыми данными и изображениями. Использование http в этом случае является необоснованным и понижает скорость взаимодействия.

Схема работы модуля состоит из следующих этапов:

1. Модуль находится в режиме прослушивания одного из портов;
2. Сервер открывает tcp-соединение и отправляет на модуль данные, содержащие изображение и действие, которое необходимо выполнить над ним;
3. Данные принимает компонент приема, конвертирует их в необходимый формат и подает на нейронную сеть.
4. Алгоритм детектирования людей выполняет необходимые вычисления;
5. Компонент отправки данных обрабатывает результат работы, отправляет ответ на сервер и закрывает tcp-соединение.

Для удобного обмена данными было решено организовать их в каком-либо формате. В качестве формата был выбран JSON как один из самых удобных и популярных форматов хранения структурированной информации, особенно часто использующийся для передачи данных между клиентом и сервером.

Структура JSON-объекта, приходящего на модуль с сервера представлена на рисунке 25.

```
{  
  "format" : "jpg",  
  "image" : "/9j/4AAQSkZJRgABA",  
  "method" : "coords"  
}
```

Рисунок 25 – Структура запроса сервера

Он содержит три поля:

1. Format – формат передаваемого изображения, необходим для восстановления исходного изображения в модуле;
2. Image – само изображение, конвертированное в строку символов

в кодировке base64;

3. Method – запрашиваемый у модуля функционал.

Структура ответа модуля для запрашиваемой функции GetPeopleCoords показана на рисунке 26.

```
{
  "people" :
  [
    {
      "x1" : 134,
      "y1" : 419,
      "x2" : 209,
      "y2" : 698
    },
    {
      "x1" : 1038,
      "y1" : 245,
      "x2" : 1090,
      "y2" : 308
    }
  ]
}
```

Рисунок 26 – Структура ответа модуля

Передаваемые модулем на сервер данные содержат массив объектов, каждый из которых содержит четыре числа – координаты левого верхнего и правого нижнего углов окаймляющей рамки человека.

3.2 Разработка серверного компонента для использования API модуля

Для удобного взаимодействия с модулем сервер не должен вручную устанавливать tcp-соединение и отправлять данные. Задача взаимодействия с модулем и его интеграции в систему решается при помощи использования API. Чтобы сервер мог обращаться к методам модуля, для модуля был разработан серверный компонент. Структура данного компонента приведена на рисунке 27.

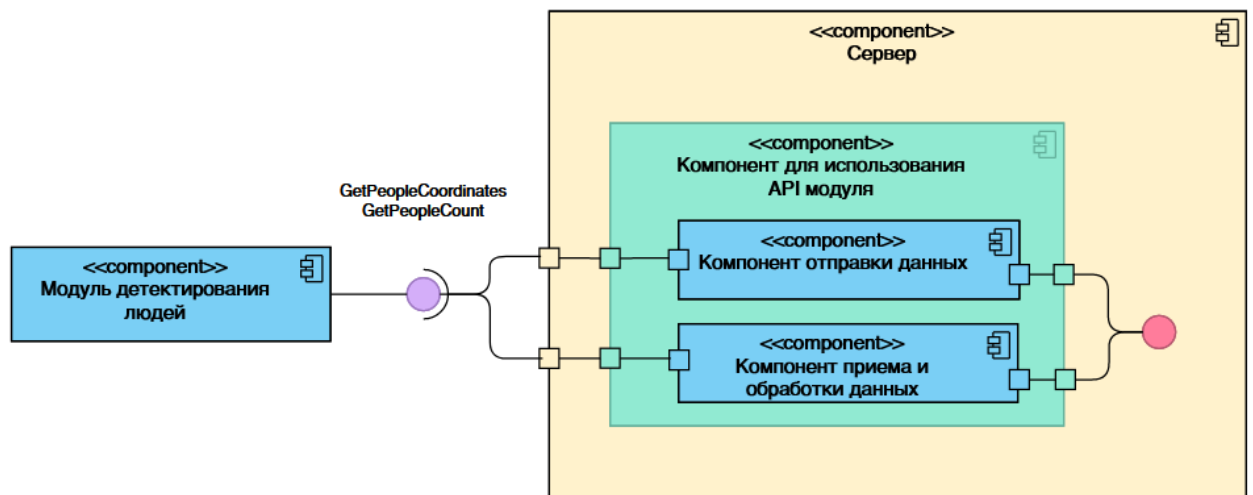


Рисунок 27 – Структура компонента взаимодействия с модулем

Компонент взаимодействия с модулем и использования его API входит в состав сервера системы, выполняет функцию обертки над разработанным модулем и предоставляет весь его функционал для нужд системы. При необходимости, сервер обращается к методам API и взаимодействует с ядром модуля. Также серверная часть модуля содержит, по аналогии с самим модулем, компоненты отправки и приема данных. Они решают задачи по установлению соединения с модулем, манипуляции с отправляемыми и принимаемыми данными.

Так как сервер написан на языке программирования C#, данный компонент также разрабатывался на нем и использовал стандартные библиотеки. Для работы с tcp было использовано пространство имен System.Net.Sockets, предоставляющее управляемую реализацию интерфейса сокетов.

Задача интеграции решалась путем написания класса PeopleDetector. Данный класс представляет собой средство интеграции модуля в систему. Он предоставляет два основных метода для сервера – GetPeopleCoordinates для получения окаймляющих рамок людей на изображении и GetPeopleNumber для получения количества людей, что позволяет серверу использовать API модуля.

4 КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА

4.1 Описание продукта как результата НИР

В настоящее время вопрос безопасности приобретает все больший приоритет. В связи с этим возникает спрос на решение в области видеоаналитики. Системы видеоаналитики с применением современных нейросетевых алгоритмов способны эффективно решать вопросы обеспечения безопасности, а использование новых веб-технологий и фреймворков позволяет автоматизировать многие бизнес-процессы, такие как составление отчетов или визуализация данных.

Разрабатываемая система так раз решает большинство из них:

1. Оповещение о несанкционированном доступе к объектам
2. Составление статистики
3. Формирование отчета

Для того, чтобы обеспечить доступ субъектов к тем или иным объектам безопасности (помещениям), используется модуль детектирования лица и сопоставления с базой данных. Это позволит определить, зарегистрирован ли человек в базе данных и какие права ему предоставлены. В разрабатываемой система по умолчанию имеется несколько уровней доступа. Каждому человеку, работающему на объекте, сопоставляется уровень доступа, который регламентирует его привилегии по отношению к остальным объектам защиты.

В система также имеется уровни активности, по которым система оповещает оператора. В случае, если система обнаружила нарушение, то необходимо провести квитирование, то есть система оповещает о нарушении оператора и требует от него подтверждение, что инцидент был обнаружен оператором и подтвержден. Нейронные сети способны не только определить нарушение, но и факт наличия подозрительной активности, например, большое количество людей в определенной зоне, не предназначенной для

такого числа людей.

Наличие пользовательского интерфейса также позволяет строить графики и на основе которых можно сделать выводы об активности организации в целом. Например, за определенный период можно посмотреть динамику нарушений или количество посещений тех или иных зон предприятия. Пользователь может выбрать показатель и время, по которым и будет производиться расчет графиков.

Формирование отчета также является очень важным моментом, поскольку для большинства организаций необходима отчетность, и возможность автоматизировать данный процесс экономит время. В разрабатываемой информационной системе имеется модуль, использующий достаточно функциональную библиотеку, с помощью которой можно формировать множество видов отчетов. В них можно поместить как тестовую информацию, так и изображения и графики. В зависимости от потребностей заказчика можно формировать любой макет страницы отчета благодаря используемым решениям. Этот подход является преимуществом нашей системы, поскольку является адаптируемым решением под нужды бизнеса. Также возможно применение сторонних решений, в случае если требования заказчика к отчетности достаточно сложны.

На рисунке 28 представлен отчет, где имеется список сотрудников. При нажатии на определенном сотрудники появляется страница о перемещениях сотрудника за определенный период времени. Отчет можно изменять по датам посредством написания SQL запросов. Это является гибким решением. Отчеты были построены ПО Fast Report. Если же потребности заказчика не столь большие, то можно обойтись встроенным модулем по составлению отчетов в клиентском приложении.

Персонал



Рисунок 28 – Отчет по сотрудникам

Отчет по трекингу

Дата и время обнаружения	Помещение
25.05.2021 22:39:10	Офис
26.05.2021 8:28:10	Офис
26.05.2021 2:43:10	Коридор 2
26.05.2021 6:55:10	Вход
26.05.2021 1:15:10	Коридор 2
25.05.2021 23:22:04	Кладовая 1
25.05.2021 21:43:33	Офис
26.05.2021 4:19:10	Кладовая 2
26.05.2021 1:27:10	Офис
26.05.2021 3:54:10	Офис
26.05.2021 11:50:10	Кладовая 3
26.05.2021 0:33:10	Коридор 2
25.05.2021 21:33:33	Серверная 2
25.05.2021 23:45:10	Офис
25.05.2021 20:39:33	Вход
26.05.2021 10:28:10	Кладовая 1
25.05.2021 21:53:33	Кладовая 1
26.05.2021 10:29:10	Коридор 2
25.05.2021 23:27:04	Коридор 2
26.05.2021 11:25:10	Кладовая 2
25.05.2021 22:22:10	Вход
26.05.2021 0:53:10	Офис
25.05.2021 23:05:04	Вход
26.05.2021 10:10:10	Офис
26.05.2021 5:54:10	Кладовая 1
26.05.2021 0:24:10	Комната с ограниченным доступом
25.05.2021 21:36:10	Комната охраны
25.05.2021 20:47:04	Кладовая 3
26.05.2021 0:28:10	Вход
26.05.2021 12:54:10	Офис
26.05.2021 6:36:10	Офис
26.05.2021 4:21:10	Офис
26.05.2021 4:47:10	Кладовая 1
26.05.2021 7:33:10	Комната с ограниченным доступом

Рисунок 29 – Отчет по трекингу сотрудника компании

Научно-исследовательская часть работы заключается в том, что при разработке системы были изучены современные подходы к разработке комплексных систем. Со стороны серверной части были изучены современные нейронные сети и алгоритмы машинного обучения. Были определены наиболее подходящие алгоритмы, которые были доработаны и улучшены для более высокой производительности и эффективности совпадения. Со стороны разработки клиентской составляющей были рассмотрены различные фреймворки и библиотеки. Проведено сравнение их и сделан выбор для разработки. Также изучены современные подходы к проектированию frontend приложений: паттерны проектирования и архитектура. Не менее важным этапом было изучение подходов к интеграции приложения. Также был проведен сравнительный анализ различных типов СУБД, по результатам которого было принято решение использование документоориентированной СУБД для быстрой записи данных в реальном времени, а реляционная СУБД для целостного и долговременного хранения информации необходимой для функционирования системы.

4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности.

В настоящее время предусмотрено три варианта защиты по правовой собственности программы для ЭВМ: авторское право, патентное право и законодательство о коммерческой тайне. Защита программы для ЭВМ в качестве авторского права является наиболее популярным вариантом. В данном случае главный критерий охраноспособности – творческая составляющая. Согласно статье 1261 ГК РФ, программа для ЭВМ включает в себя следующие составляющие как:

- Исходный код
- Объектный код
- Аудиовизуальное отображение
- Подготовительные материалы.

Поскольку продукт обладает всеми этими составляющими, то он вполне способен претендовать на защиту в качестве авторского права.

4.3 Объем рынка и емкость рынка

4.3.1 Объем рынка

По оценке fortune business insights мировой рынок видеоаналитики на 2019 год оценивается в 213,3 млн. руб [16].

По оценке TAdviser, среднегодовой темп роста CAGR составит 20,4%. В 2019 году рынок видеоаналитики в России оценивается в 18,79 млрд руб. На 2025 год прогнозируемый объем рынка составляет 51,75 млрд руб [17].

На основе найденных оценок можно сделать вывод, что объем рынка обладает внушительным размером как в мировом масштабе, так и в пределах России. Прогнозируемые значения, показанные на рисунке 30, говорят о значительном прогрессе данной предметной области.



Рисунок 30 – Рост рынка видеоаналитики в России с 2019 по 2025 г.
(источник: оценка TAdviser, 2019 г.)

4.3.2 Емкость рынка

Изучая емкость рынка для нашего предприятия, были выделены следующие факторы и показатели, как показано в таблице 1.

Таблица 1 - Факторы и показатели проекта

Факторы и показатели	Описание
Период	Год
Границы рынка	город Томск
Критерии расчета	возможный уровень потребления
Потребители	B2B, B2G: <ul style="list-style-type: none">● Банки, финансы, страхования● Розничная торговля● Здравоохранение● Транспорт и логистика● Госуправление● Энергетика● Производство● Добыча полезных ископаемых● Туристический бизнес● Развлекательная сфера
Товарные группы	Рынок видеоаналитики: программное обеспечение для видеонаблюдения и видеоаналитики, послепродажное обслуживание.
Единица измерения	<ul style="list-style-type: none">• Единицы продукции• Национальная валюта

Из найденных данных можно сделать подсчет емкости рынка для Томска. Всего удалось найти 32862 подходящих организаций, как показано на рисунках 31 и 32 [18].

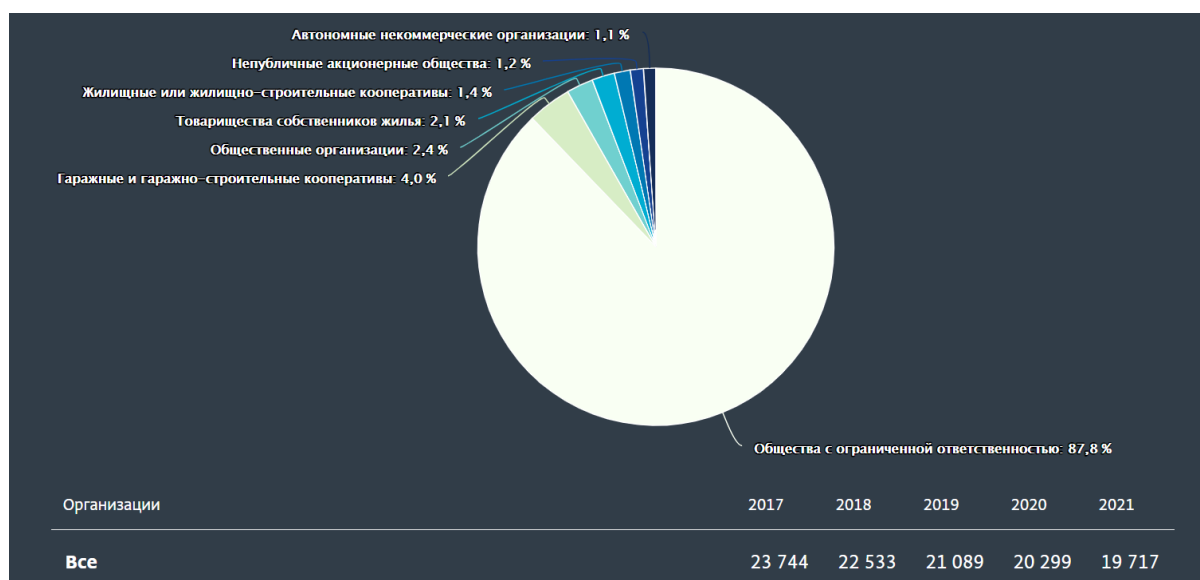


Рисунок 31 – Динамика количества юридических лиц

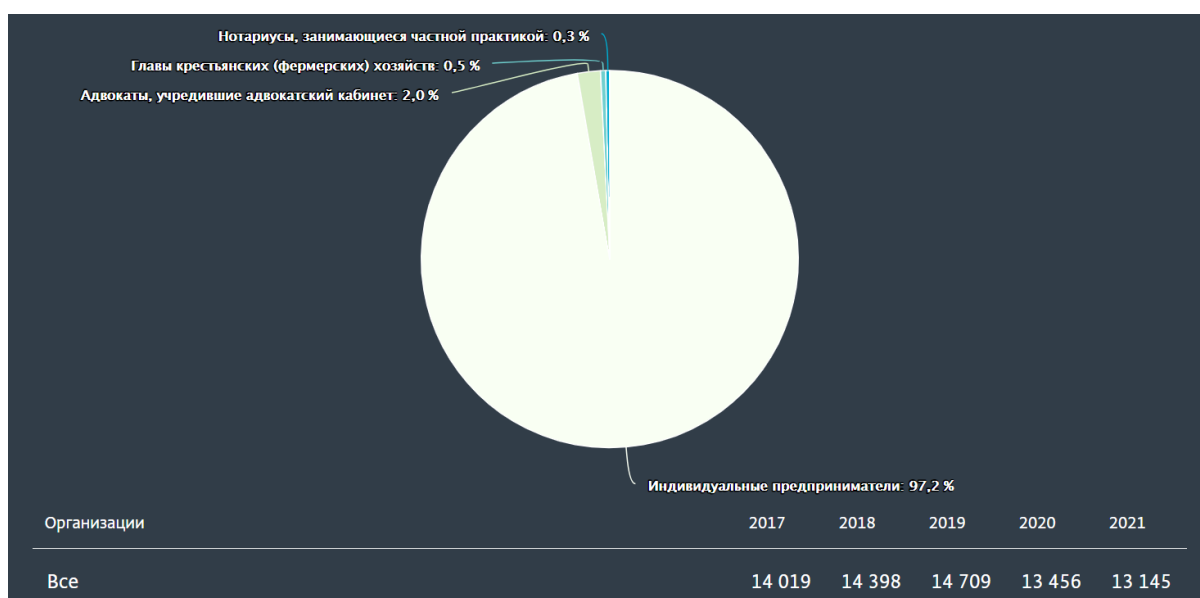


Рисунок 32 – Динамика количества индивидуальных предпринимателей

Исследуя данные из открытых источников, не было найдено локальных производителей с похожими товарными группами. Следовательно, имея стоимость продукта в 39 тыс. рублей емкость рынка может составить 1,28 млрд. рублей. От данного значения нам достаточно 0,0393% в год, чтобы окупить свои затраты.

4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

4.4.1 Обзор отрасли

Если говорить о мире в целом, то рынок видеоаналитики испытывает быстрый рост из-за снижающихся цен на видеокамеры с высоким разрешением. Представители различных категорий бизнеса, в том числе малого и среднего, сейчас вполне способны приобрести автономную систему видеонаблюдения с элементарными функциями видеоаналитики. IP-камеры имеют высокое разрешение и возможность устанавливать удалённый доступ, как через Интернет, так и внутри корпоративных сетей.

До настоящего времени алгоритмы видеоаналитики применялись, в основном, для следующих целей:

- подсчёт посетителей;
- распознавание опасных предметов;
- распознавание лиц и идентификация людей;
- обеспечение безопасности в местах большого скопления людей, на охраняемых территориях и государственных объектах.

Следующим шагом развития систем видеонаблюдения является использование методов видеоаналитики для повышения эффективности работы персонала, автоматического отслеживания каких-либо необходимых событий в режиме реального времени, а также генерация и анализ статистики на основе полученных данных.

4.4.2 Основные вендоры рынка

Компания "Центр 2М" называет следующих наиболее заметных участников отрасли в России [17]:

- Loginom Company,
- SAP SE,

- ООО «Видеоинтеллект»,
- MicroStrategy,
- Axxon,
- Macroscop Eocortex,
- Vocord,
- НППЦ «БизнесАвтоматика»,
- SAS Institute Inc,
- ООО ДиСиКон,
- Contour Components,
- ООО «Синезис»,
- QlikTech.

4.4.3 Предпосылки роста отрасли

Стоимость IP-оборудования, в том числе и камер, постепенно уменьшается. Одновременно с этим, в настоящее время стоимость владения IP-системами видеонаблюдения снижалась, что делает данные технологии доступными и способствуют широкому распространению программного обеспечения и приложений видеоаналитики.

По мнению Марины Иванченко, заместителя генерального директора по стратегическому развитию компании «Центр 2М», видеоаналитика пока далека от массового внедрения в России. Но в отрасли наметились три важных тенденции, которые, существуя вместе и усиливая друг друга, обеспечат быстрый рост рынка в будущем [19].

Во-первых, это рост доверия к умным решениям. Рынок видеоаналитики ориентируется на успешные пилотные проекты и развивается благодаря им. Чем больше таких игроков на рынке, тем больший интерес к отрасли будут проявлять новые.

Во-вторых, это рост количества и качества камер и датчиков. В крупных городах установлены целые сети, состоящие из множества камер, но

большинство устройств являются технически устаревшими и не подходящими для реализации решений видеоаналитики. Однако, в процессе их обновления будет расти и количество реализованных на практике систем видеоаналитики, а также данных, обрабатываемых системами.

И третья тенденция – это так называемая экономика совместного потребления. Для успешного развития отрасли необходимо, чтобы владельцы камер были готовы предоставить другим инфраструктурам доступ к своему оборудованию, камерам и потокам данных, извлекаемых с их помощью.

4.4.4 Препятствия для роста отрасли

Основное ограничение отрасли – соображения приватности. Это заставляет разработчиков программного обеспечения для видеоаналитики анализировать проблемы безопасности и создавать дополнительный функционал, идущий в комплекте с основным, для соответствия правовым ограничениям в сфере приватности и персональных данных. Примером такого регулятора может послужить постановление GDPR (Общий регламент защиты персональных данных), вступившее в силу в мае 2018 года. Оно содержит политики ограничения видеонаблюдения в публичных местах и в значительной мере ограничивает деятельность многих вендоров европейского рынка [20].

В России также есть аналогичный закон. В Российской Федерации принят Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152-ФЗ, согласно которому, материалы с изображениями граждан, полученные в результате видеосъёмки в публичных местах и на охраняемых территориях не являются биометрическими персональными данными [21]. Однако, если используются системы для распознавания лиц, присваивающая изображениям или людям определенные идентификаторы, то данный Федеральный закон уже вступает в силу, а пользователь такой системы приравнивается к оператору персональных данных, и организация хранения

такой информации должна соответствовать требованиям ФЗ-152.

4.4.5 Прогнозы роста рынка

В соответствии с данными компании Statista, доходы от оборудования, программного обеспечения и услуг видеоаналитики к 2022 году достигнут 3 млрд. долларов со среднегодовым темпом роста 19,6% [22]. Прогноз и доли рынка по сегментам показаны на рисунке 33.

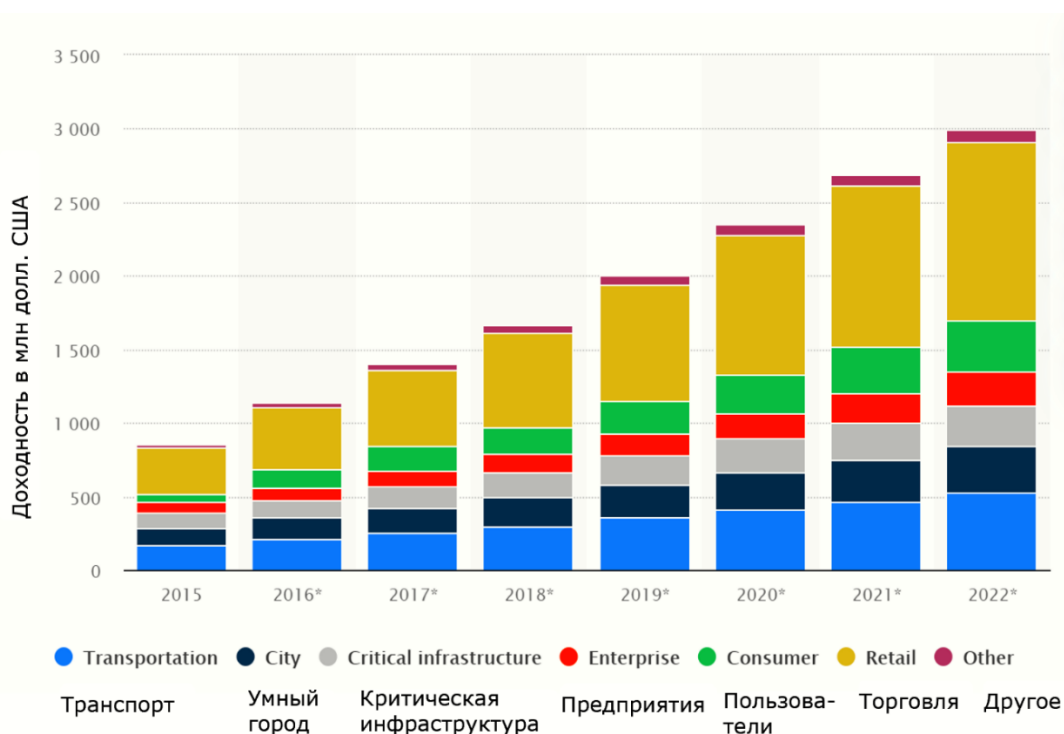


Рисунок 33 – Прогноз роста мирового рынка видеоаналитики

[источник: <https://www.edge-ai-vision.com>]

По данным исследовательской фирмы Allied Market Research, объем рынка систем видеоаналитики в мире в 2023 году составит более 13 млрд. долларов при среднегодовом темпе роста около 26% [23].

Прогноз рынка видеонаблюдения в Российской Федерации до 2022 г. согласно оценке МГТС, к которому отрасль видеоаналитики имеет прямое отношение, приведен на рисунке 34.

Рынок видеонаблюдения в РФ, млрд. руб.:

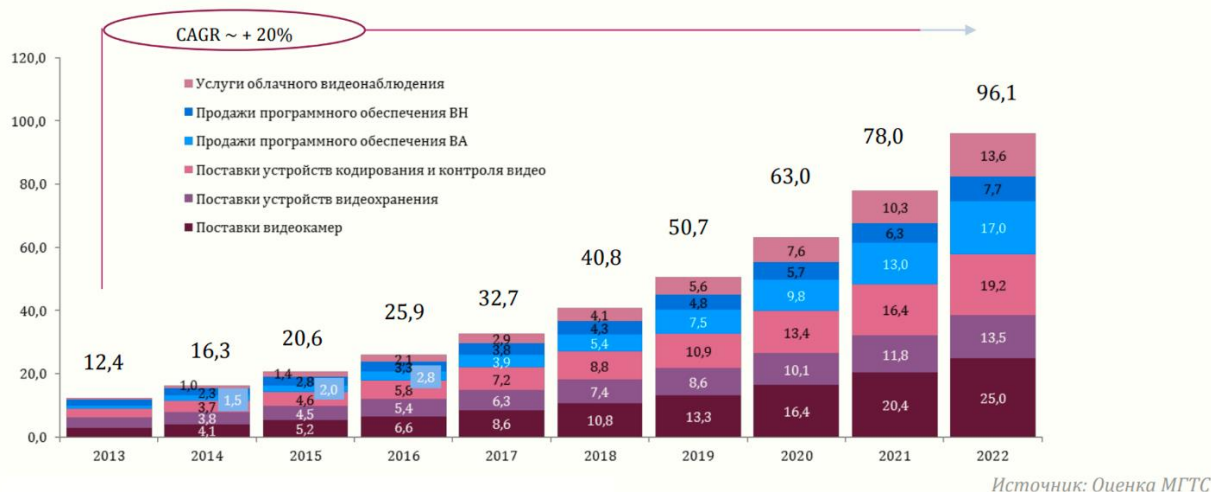


Рисунок 34 – Прогноз российского рынка видеонаблюдения [источник: <https://www.tadviser.ru>]

По оценке TAdviser, для рынка видеоаналитики в России среднегодовой темп роста составит 20,4%. В 2019 году рынок оценивался в 18,79 млрд. рублей. В 2025 году прогнозируемый объём составит 51,75 млрд. руб. [17].

4.5 Планируемая стоимость продукта

Расчёт стоимости продукта будет основываться на полных затратах на разработку, потенциальном количестве продаж и желаемом сроке окупаемости – 2 года.

Выбор срока окупаемости основывается на следующих факторах:

- 1) 2 года – относительно небольшой срок, поэтому точность расчётов пострадает не так сильно;
- 2) выбор более низкого срока означает потерю конкурентного преимущества в виде низкой цены;
- 3) выбор более высокого срока означает понижение инвестиционной привлекательности проекта;

Для подсчёта стоимости продукта, которая обеспечит максимальную выгоду, прежде всего, необходимо рассчитать себестоимость продукта, для чего необходимо определить издержки и затраты.

Поскольку прямой расчет затрат выполнить затруднительно в силу отсутствия полной и достоверной информации, в качестве элементов затрат мы будем рассматривать издержки альтернативного использования наших ресурсов. Первым элементом альтернативных издержек является заработная плата, которую могли получать участники проекта, работая на различных должностях по специальности вместо работы над проектом.

Вторым элементом издержек является использование оборудования, в этом случае ноутбуков, которые могли сдаваться в аренду в период работы над проектом.

Решение включить альтернативные издержки в затраты проекта было принято, так как работа над проектом должна быть прибыльна, в первую очередь, для её участников. Если участники проекта не могут извлечь из него выгоду, то об инвестиционной привлекательности не может идти и речи. Следовательно, проект должен окупить все затраченные на него ресурсы, в том числе альтернативные издержки. Если проект не способен покрыть величину расходов, равную альтернативным издержкам, связанным с работой участников по специальности и сдачей оборудования в аренду (то есть обеспечить среднерыночную доходность), возникают сомнения в его прибыльности и обоснованности.

Также учитываются затраты на электричество и интернет, потраченные во время работы.

Все участники проекта вели разработку из дома дистанционно, поэтому расходы на офис не включаются в затраты по проекту.

В ходе работы использовались следующие программные продукты и библиотеки:

- 1) Visual Studio;

- 2) Entity Framework;
- 3) MySQL Server;
- 4) MySQL Workbench;
- 5) MongoDB;
- 6) PyCharm;
- 7) OpenCV;
- 8) Vue.js;
- 9) Figma;
- 10) WebRTC
- 11) SignalR
- 12) ASP NET CORE
- 13) Hamachi

Все технологии использовались на основе бесплатной лицензии или как open source решение, по этому их стоимость в затраты проекта также не входит.

Заработная плата была выявлена в соответствии с имеющимися вакансиями junior-разработчиков, средняя начальная заработная плата по таким вакансиям в Томске составляет 40 тыс. руб. Информация по заработным платам взята с ресурсов tomsk.hh.ru [24] и www.riatomsk.ru [25].

Расходы на оплату труда рассчитывались следующим образом:

$$\text{Заработная плата} = \frac{\text{Затраченные часы на разработку}}{\text{Количество рабочих часов в году}} * \text{Годовая зарплата}$$

Соответственно, годовая зарплата рассчитывалась как месячная * 12.

С затраченными часами на разработку можно ознакомиться в таблице 2.

Таблица 2 – Затраченное время на разработку

Участник команды	Время работы, часы
Игорь	200
Алексей	220
Михаил	200
Артур	200
Иван	200
Руслан	200
Антон	200

Далее по указанной формуле с учётом месячной зарплаты 40 тыс. руб. была рассчитана упущенная выгода по каждому участнику команды, а также общая для проекта. Результат расчёта представлен в таблице 3.

Таблица 3 –Затраты на заработную плату без страховых взносов

Участник команды	Затраты на ЗП, рубли
Игорь	48682
Алексей	53550
Михаил	48682
Артур	48682
Иван	48682
Руслан	48682
Антон	48682
Общие	345638

Таким образом, общие затраты по фонду оплаты труда без страховых взносов равны 345639 рублей.

После расчёта заработной платы необходимо учесть страховые взносы. Налоговый кодекс предусматривает страховые взносы на обязательное пенсионное страхование (ОПС) в размере 22% от заработной платы, на обязательное медицинское страхование (ОМС) в размере 5,1% от заработной платы и в фонд социального страхования в размере 2,9% от заработной платы.

Затраты на заработную плату с учётом указанных страховых выплат приведена в таблице 4.

Таблица 4 –Затраты по заработной плате с учётом страховых взносов

Участник команды	Затраты на ЗП с учётом страховых выплат, рубли
Игорь	63286
Алексей	69615
Михаил	63286
Артур	63286
Иван	63286
Руслан	63286
Антон	63286
Общие	449331

Таким образом, общие затраты по фонду оплаты труда с учетом страховых взносов равны 449331 рублей.

Далее была рассчитана упущенная выгода за сдачу ноутбуков в аренду на период работы. Стоимость аренды ноутбука сформирована на основе цен организации «Мир аренды ноутбуков». Стоимость суток аренды составляет 150 рублей, следовательно, час аренды стоит 6,25 рублей. Альтернативные издержки за аренду оборудования рассчитывались по формуле:

Упущенная выгода за аренду ноутбуков =

Стоимость часа аренды * Затраченные часы на разработку

С результатами расчёта можно ознакомиться в таблице 5.

Таблица 5 – Издержки за аренду ноутбуков

Участник команды	Издержки за аренду ноутбуков, рубли
Игорь	1250
Алексей	1375
Михаил	1250
Артур	1250
Иван	1250
Руслан	1250
Антон	1250
Общие	8875

Далее были рассчитаны затраты на электроэнергию. Расчёты велись по формуле:

Затраты на электроэнергию =

Стоимость киловатта в час * Затраченные часы на разработку

Стоимость киловатта электроэнергии в час была взята с ресурса energovopros.ru и составила 3,66 руб [26]. Затраченные часы на разработку были указаны ранее в таблице 2. Результаты расчёта расходов на электричество представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Расходы на электричество

Участник команды	Расходы на электричество, рубли
Игорь	47,57
Алексей	185,28
Михаил	98,75
Артур	47,57
Иван	32,96
Руслан	98,75
Антон	47,57
Общие	558,43

Расходы на интернет были рассчитаны по следующей формуле:

Расходы на интернет =

$$\frac{\text{Затраченные часы на разработку}}{\text{Количество часов в году}} * \text{Стоимость интернета в год}$$

Стоимость интернета в год рассчитывалась как стоимость интернета в месяц * 12. Стоимость интернета в месяц показана в таблице 7.

Таблица 7 – Стоимость оплаты интернета

Участник команды	Оплата интернета, руб/мес
Игорь	350
Алексей	360
Михаил	350
Артур	350
Иван	550
Руслан	350
Антон	350

Результаты расчёта затрат на интернет представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Расходы на интернет

Участник команды	Расходы на интернет, рубли
Игорь	95,89
Алексей	108,49
Михаил	95,89
Артур	95,89
Иван	150,68
Руслан	95,89
Антон	95,89
Общие	738,63

Таким образом, себестоимость продукта рассчитывается как сумма описанных выше затрат и издержек:

Себестоимость продукта =

Издержки заработной платы + Издержки аренды ноутбуков
+ Затраты на электроэнергию + Затраты на интернет

Просуммированные издержки по всем участникам, а также общие показаны в таблице 9.

Таблица 9 – Общие затраты на разработку

Участник команды	Общие затраты, рубли
Игорь	64679
Алексей	71283
Михаил	64731
Артур	64679
Иван	64720
Руслан	64731
Антон	64679
Общие	459503

Из вышесказанного следует, что затраты на разработку продукта составляют 459503 руб. (округлим до 460 тыс. руб. для удобства расчетов)

В соответствии со стратегией продвижения, продукт будет продаваться в виде годовой подписки и единоразовой покупки. У обоих вариантов есть как преимущества, так и недостатки. В условиях продолжительного использования единоразовая покупка будет обходиться

дешевле для потребителя, с другой стороны, осуществление поддержки и обновления будут проводиться только для версии по подписке. На поддержку и выпуск обновлений со стороны разработчиков планируется ежегодно тратить 70000 рублей.

Кроме затрат на разработку и обновления необходимо учесть затраты на маркетинг и продвижение продукта. Сюда входят затраты на разработку сайта, рекламу и непосредственный поиск клиентов согласно Push стратегии. На сайте будет находиться необходимая информация, можно будет сделать заказ, а также будет указана контактная информация. Сайт должен соответствовать таким требованиям как:

- 1) приятный дизайн;
- 2) простой и интуитивно понятный пользовательский интерфейс;
- 3) информативность;
- 4) возможность сделать заказ;

Создание сайта, отвечающего этим требованиям, обойдётся в 30 тысяч рублей, а хостинг на сервисе alex-group стоит 250 рублей в месяц [27].

В целом на рекламу и продвижение планируется тратить 100 тысяч рублей в год. В эту стоимость входит оплата различной таргетированной рекламы в социальных сетях и точечное привлечение клиентов – поиск подходящих фирм на рынке, их изучение и работа по созданию заинтересованности в приобретении продукта.

Было принято решение сделать расчёт показателей за 3 года. Небольшой промежуток времени взят для большей точности, так как чем долгосрочнее и длиннее прогноз, тем ниже точность и достоверность полученных данных.

Принимая во внимание расходы на разработку продукта – 460000 рублей, затраты на выпуск обновлений – 70 тысяч рублей в год, затраты на разработку сайта – 30 тысяч рублей, стоимость хостинга – 250 руб./мес. и

затраты на рекламу и продвижение – 100 тысяч рублей в год, общие расходы по проекту составляют 1008503 рубля за 3 года.

Для оценки потенциально возможных продаж обратимся к рынку. По данным за 2020 год в Томской области насчитывается 42 тысячи предприятий малого и среднего бизнеса.

Воспользуемся методом воронки продаж и предположим конверсии.

Из 42 тысяч предприятий только около 50 % будут подходить по предметной области и имеющемуся оборудованию. У остальных просто не будет необходимости в установке нашего продукта, из-за специфики предметной области и потребностей предприятия.

Из оставшейся 21 тысячи предприятий, только у 40% кто-либо из заинтересованных лиц в руководстве увидит рекламу нашего продукта.

Из 8400 увидевших рекламу, только 30% заинтересуются продуктом и захотят узнать дополнительную информацию.

Из 2520 заинтересовавшихся и узнавших дополнительную информацию, только 18% осознают потребность в подобном продукте для своего предприятия.

Из 453 предприятий, осознавших потребность в подобном продукте, приобретут продукт только 10%.

В итоге получим 45 потенциальных продаж продукта.

Визуализация воронки продаж показана на рисунке 35. Стоит отметить, что на рисунке допущено пренебрежение действительными размерами блоков для улучшения наглядности.

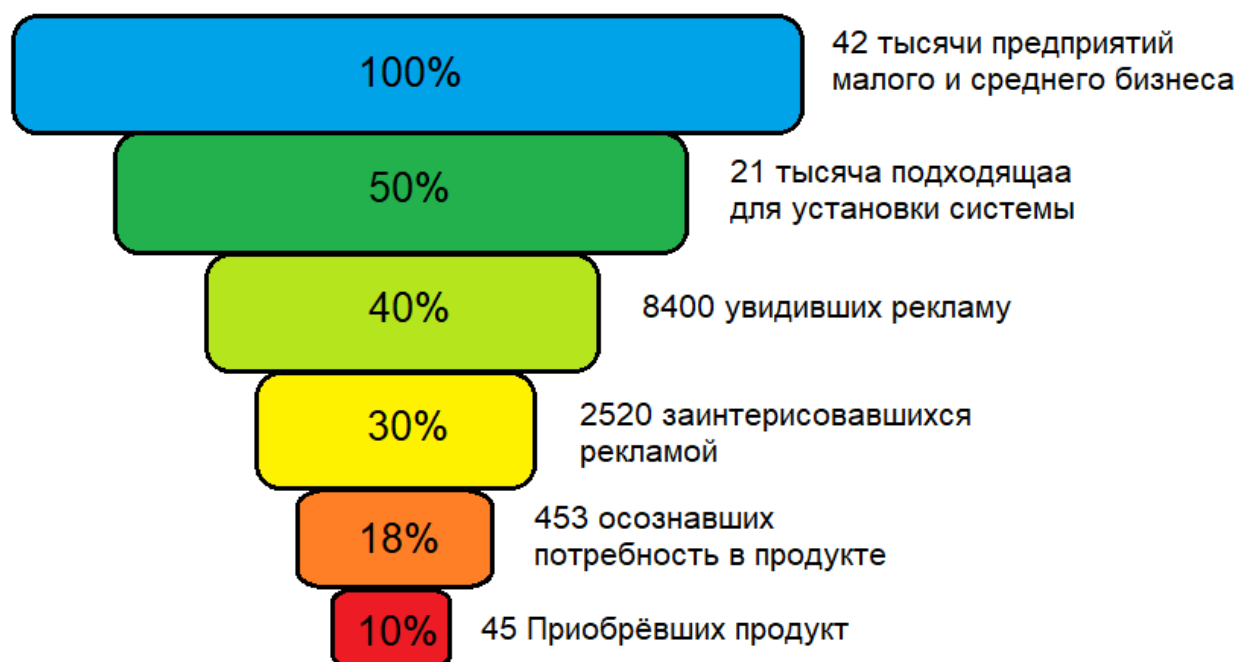


Рисунок 35 – Воронка продаж

Разобьём их на 3 года с нарастающим эффектом, так как в первый год из-за отсутствия репутации и популярности на рынке количество продаж будет ниже.

В результате имеем следующее распределение:

- Первый год – продажа 10 копий продукта;
- Второй год – продажа 15 копий продукта;
- Третий год – продажа 20 копий продукта;

Теперь, чтобы рассчитать стоимость, необходимо учесть срок окупаемости. Обратимся к формуле.

$$\text{Срок окупаемости} = \frac{\text{Общие затраты за рассматриваемый срок}}{\text{Средняя выручка за рассматриваемый срок}}$$

Значит, для того чтобы окупить наш проект за 2 года, мы должны получать среднюю выручку в размере:

$$\text{Средняя выручка} = \frac{\text{Общие затраты за 3 года}}{\text{Срок окупаемости}} = \frac{1008503}{2} = 504252 \text{ руб.}$$

То есть, годовая выручка должна быть не меньше 504252 тыс. руб. в год. Это обеспечит нам окупаемость проекта в течение 2 лет и получение за

3й год прибыли в размере 504252 тыс. руб. В расчете на 3 года получается хорошая норма прибыли, выше среднерыночной доходности (в среднем $50\% / 3 = 16,67\%$ годовых).

Так как за 3 года планируется продажа 45 копий, следовательно, в среднем в год будет продаваться 15 копий. Тогда цена одной копии продукта составит $504252 / 15 = 33617$ рублей.

Но, так как планируется два варианта продаж, необходимо рассчитать стоимость подписки. Соотношение единоразовых продаж и подписок в год было принято 50% на 50%, а при условии нечётного числа продаж за год, считается больше на одну продажу по подписке, так как данный вариант привлекателен для покупателей благодаря обновлениям. Цену годовой подписки планируется сделать такой, чтобы количество денег, потраченное на подписку за 3 года, превышало стоимость единоразовой покупки на несколько тысяч рублей.

Если при формировании стоимости подписки отталкиваться от рассчитанной ранее цены единоразовых продаж (33617 рублей), то срок окупаемости увеличится, так как подписки уменьшают количество моментальной прибыли. Поэтому, чтобы приблизить срок окупаемости к 2 годам, цена единоразовой покупки была установлена 39 тысяч рублей, а цена годовой подписки 14 тысяч рублей.

Далее, с учётом полученной стоимости были рассчитаны полная и чистая прибыль по итогам 3-х лет. С расчётами можно ознакомиться в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт чистой прибыли за 3 года

Показатели	Значения показателей			
	0	1	2	3
Номер года	0	1	2	3
Количество продаж, шт.	-	10	15	20
Количество подписок, шт.	-	5	13	23
Количество покупок без подписки, шт.	-	5	7	10
Прибыль от подписок, руб.	-	70000	182000	322000

Продолжение таблицы 10

Прибыль от продаж без подписки, руб.	-	195000	273000	390000
Суммарная прибыль, руб	-	265000	720000	1432000
Ежегодные затраты на маркетинг, обновление продукта и поддержку сайта, руб.	-	173000	173000	173000
Полные затраты, руб	489503	662503	835503	1008503
Чистый денежный поток, руб.	-489503	-397503	-115503	423497

Также был построен график, наглядно отражающий соотношение прибыли и затрат по проекту в зависимости от времени пребывания на рынке. С графиком можно ознакомиться на рисунке 36.

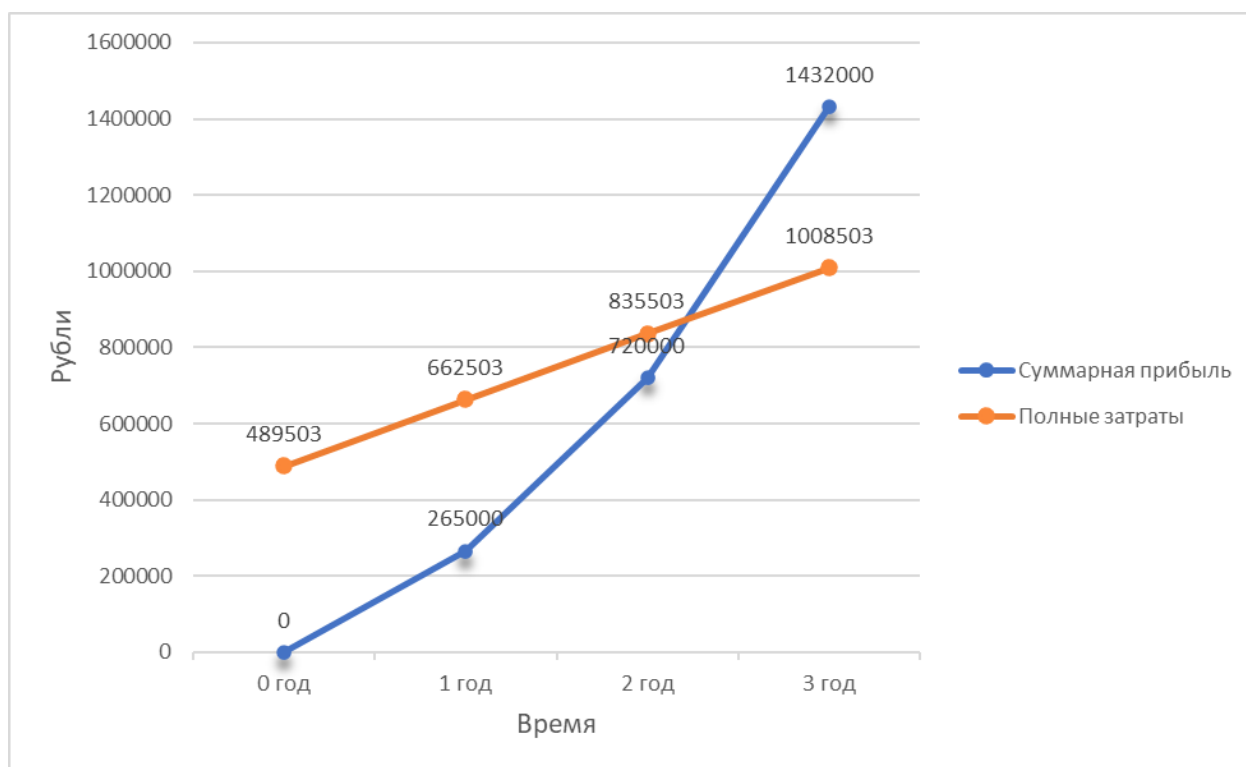


Рисунок 36 – Соотношение расходов и доходов за 3 года

Таким образом, по итогам расчётов срок окупаемости составил 2,11 лет, а норма прибыли в среднем $42\% / 3 = 14\%$ годовых.

4.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

Были выделены следующие конкурентные преимущества создаваемой ИС:

- экономный ценовой сегмент;
- доступность;
- широкий функционал;
- низкие требования к техническому обеспечению и уровню подготовки персонала компаний клиентов;
- возможность использования системы во время чрезвычайных ситуаций;
- автоматическое информирование и передача информации экстренным службам в случае ЧС;
- повышение продуктивности работы сотрудников;
- простота установки и интеграции системы видеоаналитики с имеющимися ИС предприятия;
- высокая производительность системы;
- простота в работе с системой;
- снижение уровня несчастных случаев при ЧС;
- подстройка функционала и дизайна системы под требования заказчика;
- повышение уровня безопасности на территории предприятия и репутации организации.

На текущий момент большинство существующих на рынке систем видеоаналитики имеют ограниченный базовый функционал, который позволяют распознавать лица и идентифицировать личности, а также вести

статистические отчеты [17]. Примерами таких ИС являются FindFace Security от NTechLab (Россия), GOALCity Agata от Спецлаб (Россия), Ivideon Analytics от Ivideon (Россия), Luna Platform от VisionLabs (Россия), AXIS Store Optimization Suite от AXIS Communication (Швеция) и IDIS FaceTracker от IDIS (Южная Корея).

Ключевой особенностью разрабатываемой системы видеоаналитики, отличающей её от других аналогичных систем, является возможность контроля доступа субъектов к тем или иным объектам безопасности (помещениям), а также контроль численности людей в помещениях.

В таблице 11 представлено сравнение с отечественными и мировыми аналогами.

Таблица 11 – Сравнение с аналогами

Параметр	Продукты						
	Разрабатываемая ИС	FindFace Security	GOALCity Agata	Ivideon Analytics	Luna Platform	AXIS Store Optimization Suite	IDIS FaceTracker
Стоимость	39 000 руб. пожизненная подписка или 14 000 руб./год	1 500 долл. США/6 мес. [28]	7 500 руб./камера [29]	4 750 руб./камера/мес. [30]	0,1–1 млн долл. США для банковской сферы, 0,1–100 тыс. долл. США для сферы торговли (стоимость лицензии на установку) [31]	108 000 руб. [32]	80 000 руб./2 камеры
Страна	Россия	Россия	Россия	Россия	Россия	Швеция	Южная Корея
Разработчик	ТПУ	NTechLab	Спецлаб	Ivideon	VisionLabs	AXIS Communication	IDIS
Точность распознавания лиц	95%	99%	96%	95%	99%	95%	Не менее 95%
Возможность интеграции	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да

Продолжение таблицы 11

Функционал	-Идентификация посетителей и сотрудников; -контроль доступа; -отслеживание перемещений; -сбор статистики и предоставление отчетов; -интеграция с МЧС.	-Идентификация лиц; -сбор статистики и выгрузка отчетов.	-Идентификация лиц; -хранение и автоповтор ключевых моментов.	-Распознавание клиентов; -подсчет новых и повторных визитов клиентов; -отчеты по возрасту и полу посетителей; -контроль очередей.	- Обнаружение лиц; - извлечение дескриптора лица; - хранение дескрипторов и быстрый поиск; - группировка дескрипторов лица; - сопоставление дескрипторов лица; - определение атрибутов лица (пол, возраст и эмоции); - уведомление сторонних систем о событиях.	- Подсчет количества посетителей; - определение пола и возраста; - оценка заполненность и помещения; - отслеживание наличия очередей; - предоставле ние доступа к данным, триггерам, отчетам и статистике.	- Регистрация лиц людей; - распознавание движущихся лиц; - оповещения и уведомления в режиме реального времени.
------------	---	---	--	--	---	--	---

4.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Стартап ориентирован на следующие целевые сегменты потребителей:

- бизнес-центры (контроль и учет посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям);
- больницы, поликлиники, частные клиники (контроль и учет посетителей, пациентов и сотрудников, контроль доступа);
- учебные заведения: ВУЗы, школы, профессиональные училища (контроль посещаемости и доступа);
- торгово-развлекательные центры (контроль посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям, контроль доступа);
- супермаркеты и магазины (контроль и учет посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям).

С учетом проблем, решаемых системой, а также предназначения и планируемой стоимости продукта можно сделать вывод, что основными целевыми сегментами являются малый и средний бизнес, а также муниципальные организации. Предприятия большинства указанных выше отраслей работают на актуальном и прибыльном рынке, что позволяет выделять средства на развитие предприятия. Данная прибыль позволяет бизнесу вкладываться в инновационные проекты, обновлять оборудование, монтировать новейшие системы, как производственные, так и вспомогательные, вкладываться в развитие IT-инфраструктуры предприятия.

Типичная ситуация осознания потребности: на территории предприятия установлены камеры видеонаблюдения, но текущая система малоэффективна и не обеспечивает должным образом безопасность на объекте. Функционал системы сильно ограничен и позволяет только просматривать видеоряд в реальном времени, а также хранить и просматривать записи с камер. Затраты на охрану становятся существенной

статьей расходов, при этом штат охраны только расширяется с увеличением самого предприятия. Сотрудники часто нарушают график рабочего дня предприятия (опаздывают, уходят с рабочего места раньше положенного, отлучаются по личным делам во время рабочего дня). Время от времени происходят инциденты, связанные с проникновением в помещения посторонних лиц. В продукте видят возможность прекратить постоянный рост сотрудников охраны, а также снизить число возможных инцидентов.

Типичная ситуация на работе: компания создает условия для полного соблюдения трудового кодекса и техники безопасности на предприятии. При этом руководство ищет способы одновременного увеличения прибыли и эффективности работы сотрудников, а также уменьшения риска несчастных случаев, остановов на предприятии и случаев нарушения режима. Компания заботится о своей репутации, работает на качество, узнаваема на рынке.

Типичная ситуация покупки: отделы экономической и информационной безопасности, а также эксперты по цифровизации и служба охраны (если такие имеются) внимательно изучают возможности предлагаемого программного продукта, обсуждают необходимость отдельных программных компонент. Проводятся переговоры со специалистом компании разработчика о совместимости с установленными камерами видеонаблюдения и возможности интеграции с имеющимися ИС. В случае принятия решения о приобретении ИС ответственные лица создают договор на поставку ПО, который подписывается обеими сторонами.

Типичная ситуация потребления: несколько месяцев внимательно отслеживают динамику инцидентов, связанных с нарушением режима, Предприятие прекращает увеличение штата охраны. Проводят расчеты, связанные с влиянием динамики нарушений на премирование сотрудников, общую прибыльность предприятия и т.д., надеются на улучшение показателей, чтобы в дальнейшем начать сокращения штата охраны, при этом подумав о развертывании аналогичных продуктов и в своих филиалах и

дочерних компаниях (если таковые имеются).

4.8 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж

Для данного проекта была использована матрица Остервальдера, которая отражает как производственный план, так и план продаж, и саму бизнес-модель процесса в целом. В этой бизнес-модели показана логика процесса создания ценности в виде девяти взаимосвязанных блоков, разделенных на четыре основные сферы бизнеса: продукт, взаимодействие с потребителем, инфраструктура и финансовая эффективность. Матрица Остервальдера представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Бизнес-модель проекта по Остервальдеру

Ключевые партнеры Компании, предоставляющие услуги установки камер видеонаблюдения	Ключевые виды деятельности - Разработка и выведение на рынок продукта; - Решение проблем и конкретных задач каждого клиента.	Ценностные предложения - Достаточно низкая цена на рынке; - Низкие требования к техническому обеспечению и уровню подготовки персонала; - Простота в работе с системой; - Снижение уровня несчастных случаев при ЧС; - Подстройка функционала и дизайна системы под требования заказчика.	Взаимоотношения с клиентами Персональная поддержка. Клиент может общаться с компанией напрямую, получая от нее помощь в процессе покупки или после нее.	Потребительские сегменты - Бизнес-центры; - Медицинские учреждения; - Учебные заведения; - ТРЦ; - Супермаркеты/магазины.
	Ключевые ресурсы Материальные ресурсы: камеры видеонаблюдения, сервер, автоматизированное рабочее место оператора видеонаблюдения. Интеллектуальные ресурсы: специализированное программное обеспечение. Персонал: разработчики программного продукта.		Каналы сбыта - Прямые продажи - Выставки в России	
Структура издержек Затраты на заработную плату разработчиков - 30 тыс. руб./месяц; Затраты на разработку сайта - 50 тыс. руб; Затраты на рекламу - 100 тыс. руб./месяц; Затраты на оплату электричества и интернета - 1296 руб.			Потоки поступления доходов Разовая покупка и интеграция системы на предприятии-заказчике – 20 тыс. руб.; Покупка системы по подписке и интеграция на предприятии-заказчике – 7 тыс. руб./год.	

4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Стратегия продвижения продукта на рынок выглядит следующим образом:

1. Поиск потенциальных клиентов во всевозможных источниках и распространение среди них коммерческого предложения. Одновременно с этим привлечение новых клиентов посредством контекстной рекламы в Google, рекламы в социальных сетях, переходов на landing page и просмотров подробной информации о продукте. Также на сайте будет присутствовать форма заказа, заполнив которую, покупатель получит от нас обратный звонок. Кроме того, информация о нашей компании будет размещена в информационных картографических системах, таких как 2ГИС, Яндекс.Карты и др.

2. Формы покупки продукта:

- Разовая покупка. Подразумевает приобретение актуальной на момент покупки версии программного продукта без возможности дальнейшего обновления. Стоимость – 20 тыс. руб.
- Покупка по подписке. Подразумевает приобретение программного продукта с обновлениями во время действия подписки. Стоимость – 7 тыс. руб. в год.

3. Полная поддержка клиента при покупке продукта, интеграция продукта в существующую систему видеонаблюдения или информационную систему предприятия.

4. Получение обратной связи от клиентов, сбор статистики для дальнейшей обработки и улучшения программного продукта и добавления новых функциональных возможностей.

5. Информирование клиентов о новых функциях программного продукта, привлечение внимания потенциальных инвесторов, формирование преимуществ в сравнении с конкурентами.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Введение

Объектом исследования является программное обеспечение для серверов организаций с системой видеонаблюдения, выполняющее задачу отслеживания посетителей и сбор данных.

Пользователи данного программного обеспечения – это организации, желающие использовать функции видеоаналитики для отслеживания посетителей. Вне зависимости от организации, разработанный модуль требует наличия программных и аппаратных средств компьютера, а также систему видеонаблюдения с видеокамерами.

В данном разделе выпускной квалификационной работы освещены факторы, влияющие на деятельность пользователя данного модуля при его использовании. Кроме того, рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды, меры организационного, правового и режимного характера, минимизирующих негативные последствия влияния вредных и опасных факторов, способы защиты при чрезвычайных ситуациях и рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска содержится в Трудовом кодексе РФ. Работа на персональном компьютере относится к группе В – творческая работа в режиме взаимодействия с компьютером – и соответствует Ia категории тяжести труда, в соответствии с которой работы выполняются при оптимальных условиях внешней

производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

Продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. При работе в ночную смену ее продолжительность уменьшается на один час. Работой в ночное время считается трудовая деятельность, осуществляемая с 22 часов до 6 часов.

Длительность сокращенного рабочего дня для различных категорий граждан следующая:

- для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю;
- для работников в возрасте от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов в неделю;
- для работающих в условиях, отнесенных к категории вредных условий труда 3 или 4 степени или опасных условий – не более 36 часов в неделю.

К работе в ночное время запрещено допускать:

- беременных женщин;
- детей до 18 лет;
- инвалидов и работников, имеющих детей-инвалидов;
- матерей- и отцов-одиночек с детьми до 5 лет;
- женщин с детьми до 3 лет;
- осуществляющих уход за больными членами семьи.

При восьмичасовой рабочей смене и работе за персональным компьютером, соответствующей описанным выше критериям, необходимо устраивать регламентированные перерывы продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы, через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва.

Продолжительность непрерывной работы за компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часа.

5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей

зоны

Рабочие места должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», так как работа происходит в сидячем положении.

Конструкция рабочей мебели должна иметь возможность регулировки индивидуально и соответственно антропометрическим показателям работающего, для создания удобного положения работника за рабочим местом. Должна быть реализована возможность изменения высоты рабочей поверхности, сиденья и объема свободного пространства для ног. Часто используемые предметы труда и органы управления должны находиться в оптимальной рабочей зоне.

Конструкция рабочего стола и расположение остальных элементов рабочей зоны должны обеспечивать оптимальное размещение используемого оборудования с учетом его количественных и конструктивных особенностей, физиологических требований и характера выполняемой работы.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и ГОСТ 12.2.032-78, высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах от 680 до 800 мм, и его высота должна быть не менее 725 мм при конструктивном отсутствии такой возможности. Также, при организации работы на ПЭВМ должны выполняться следующие условия:

- персональный компьютер и рабочее место должно располагаться так, чтобы свет падал сбоку, лучше слева;
- расстояние от компьютера до стен должно быть не менее 1 м;
- окна в помещениях должны быть оборудованы регулируемыми устройствами, такими, как жалюзи и занавески;

- монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед работником; высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680-800 мм над уровнем пола; а высота экрана (над полом) – 900-1280см;
- монитор должен находиться от о на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз;
- положение тела пользователя относительно монитора должно обеспечивать направление просмотра под углом 75 градусов или под прямым углом.

Средства отображения информации необходимо группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования. При этом средства отображения информации необходимо размещать в пределах групп так, чтобы последовательность их использования осуществлялась слева направо или сверху вниз.

5.3 Производственная безопасность

По природе возникновения вредные и опасные производственные факторы делятся на физические, химические, психофизические, биологические.

В данном случае биологические и химические факторы существенного влияния на состояние здоровья человека не оказывают, поэтому в данном разделе подробнее будут рассмотрены лишь физические и психофизические факторы.

Таблица 13 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
	Разработка	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.061-81, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ГОСТ 12.1.003-2014, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, ГОСТ Р 56397-2015, ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 8050-85.
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	
3. Превышение уровня шума	+	
4. Опасность поражения электрическим током	+	
5. Пожароопасность	+	

К вредным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенный уровень шума, слабая освещённость рабочей зоны, отклонение микроклиматических условий.

К опасным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести опасность поражения электричеством, пожароопасность.

5.3.1 Вредные производственные факторы

5.3.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха, температура поверхностей (ограждающих конструкций, устройств, технологического оборудования), влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое облучение.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в

течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Работа программиста относится к категории Ia, которые производятся сидя и сопровождаются незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведённым в таблице 14, применительно к выполнению работ в холодный и тёплый периоды года.

Таблица 14 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Тёплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём.

5.3.1.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны

Для обеспечения нормативных условий работы необходимо провести оценку освещённости рабочей зоны в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Все поле зрения должно быть освещено равномерно – это является основным гигиеническим требованием. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были расположены боковой стороной к источникам естественного света. Следует применять системы комбинированного освещения.

Для создания равномерной освещённости рабочих мест светильники с люминесцентными лампами встраиваются непосредственно в потолок

помещения и располагаются в равномерно-прямоугольном порядке. Наиболее желательное расположение светильников в непрерывный сплошной ряд вдоль длинной стороны помещения.

Чтобы поддерживать освещение в помещении по всем соответствующим нормам, необходимо хотя бы два раза в год мыть стекла и светильники, а также по мере необходимости заменять перегоревшие лампы.

В рабочем помещении должны присутствовать естественное и искусственное освещение. Коэффициент естественного освещения должен быть не менее 1,2%. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Яркость светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

5.3.1.3 Превышение уровня шума

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 – исходное значение звукового давления в воздухе, равное 2×10^{-5}

Па.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для трудовой деятельности программиста, разработанные с учетом категории тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Предельно допустимые уровни звукового давления для программиста

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В качестве мер по снижению шума применяют подавление шума в источниках, звукоизоляция и звукопоглощение, увеличение расстояния от источника шума, проверка технического состояния и ремонт системного блока и принтера, рациональный режим труда и отдыха.

5.3.2 Опасные производственные факторы

5.3.2.1 Опасность поражения электрическим током

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», рабочее место должно находиться в безопасной зоне, которое не характеризуется наличием таких условий, как повышенная влажность (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокая температура (более 35°C), токопроводящая пыль, токопроводящие полы, возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединения с землей металлическим элементам и металлическим корпусам электрооборудования.

Работа с ПК является опасной с точки зрения поражения током, так как практически во всех частях компьютера течет электрический ток. Поражение электрическим током при работе в ПК возможно при наличии оголенных участков на кабеле, нарушении изоляции распределительных

устройств и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции, при работе с ПК во влажной одежде и влажными руками.

При работе за компьютером необходимо учитывать требования электробезопасности, так как это может привести к негативным последствиям, таким как, поражение электрическим током и возникновение пожара.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

1. конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
2. организацией технологических процессов;
3. техническими способами и средствами защиты;
4. организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;
5. электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;
6. организацией технического обслуживания электроустановок.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие, которое может привести к травме или гибели человека.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 на рабочем месте программиста допускаются уровни напряжений прикосновения и токов, представленные в таблице 16.

Таблица 16 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и тока

Род тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
Переменный, 50 Гц	Не более 2,0	Не более 0,3
Постоянный	Не более 8,0	Не более 1,0

В помещении используются для питания приборов напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Обязательны следующие предосторожности:

- перед началом работы убедиться, что выключатели, розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- не включать в сеть компьютеры и другую оргтехнику со снятыми крышками;
- при обнаружении неисправности компьютера необходимо выключить его и отключить от сети;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;
- при несчастном случае необходимо немедленно отключить питание электроустановки, вызвать скорую помощь и оказать пострадавшему первую помощь до прибытия врача, согласно правилам;
- дальнейшее продолжение работы возможно только после устранения причины поражения электрическим током.

5.3.2.2 Пожароопасность

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

В помещениях с компьютерами повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, неправильная их эксплуатация и вероятность возникновения короткого замыкания.

Пожарная опасность коротких замыканий электропроводки характеризуется следующими возможными проявлениями электрического тока: воспламенением изоляции проводов и окружающих горючих предметов и веществ; способностью изоляции проводов распространять горение при

поджигании ее от посторонних источников зажигания; образованием при коротком замыкании расплавленных частиц металла, поджигающих окружающие горючие материалы.

Для устранения возможных причин возникновения пожаров необходимо проводить следующие мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала технике безопасности;
- разработка инструкций, плакатов, планов эвакуации;
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- выбор и использование современных автоматических средств тушения пожаров;
- профилактический осмотр и ремонт оборудования;

5.4 Экологическая безопасность

Разрабатываемое ПО не имеет влияния на окружающую среду само по себе, однако продукт разрабатывается и используется внутри персональных компьютеров, которые могут стать источниками различных угроз для загрязнения окружающей среды.

Большое количество процессов, операций и материалов, используемых при производстве электронных средств, являются источниками веществ, негативно воздействующих на организм человека и биосферу. При изготовлении элементной базы, электронных изделий, при обработке, выращивании полупроводниковых кристаллов, при изготовлении интегральных схем, в процессе гальванического производства утилизация исходных материалов часто происходит с низким коэффициентом использования, огромное количество их идет в отходы, попадая в атмосферу, гидросферу, загрязняя почву. Таким образом, наряду с истощением природных запасов дефицитных материалов происходит загрязнение

окружающей среды, что ведет к губительным последствиям для отдельных экосистем и биосферы в целом.

Люминесцентные лампы представляют собой «чрезвычайно опасные» виды отходов. Содержание ртути в любых люминесцентных лампах составляет от трех до пяти миллиграмм ртути. С учетом этого необходимо обеспечивать условия хранения, их эксплуатации и утилизации. Согласно нормам, нужно хранить ртутосодержащие отходы в герметичных контейнерах, доступ посторонним лицам к таким контейнерам должен быть запрещен. Транспортировка ламп на полигоны складирования должна выполняться специализирующимися организациями.

Согласно ГОСТ Р 53692—2009, вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации.

Первым этапом является утилизация обезвреженных (инертных) отходов. Во время утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления видов продукции, изделий, их составных частей и отходов от них путем разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих.

Вторым этапом является безопасное размещение отходов I—IV классов опасности на соответствующих полигонах или уничтожение.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К наиболее вероятным ЧС можно отнести следующие: пожар (взрыв) в здании, авария на коммунальных системах жизнеобеспечения, землетрясение. Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар по причине специфики работы с техникой.

Источниками возгорания может стать электропроводка, ее повреждения, короткие замыкания, перегрев с дальнейшим воспламенением, взрывоопасные предметы в помещении.

Превентивными мерами по предупреждению ЧС могут служить системы звукового и визуального оповещения об опасности, обучение персонала методам работы с компьютером, наличие средств пожаротушения и информационных досок с планами эвакуации.

В случае угрозы возникновения ЧС необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации.

Следует придерживаться общих рекомендаций по поведению при чрезвычайных ситуациях:

- Не паниковать и не поддаваться панике. Призывать окружающих к спокойствию;
- По возможности немедленно позвонить по телефону «01», сообщить что случилось, указать точный адрес места происшествия, назвать свою фамилию и номер своего телефона;
- Включить устройства передачи звука (радио, телевизор), а также прослушать информацию, передаваемую через уличные громкоговорители и громкоговорящие устройства. В речевом сообщении будут озвучены основные рекомендации и правила поведения;
- Выполнять рекомендации специалистов (сотрудников полиции, медицинских работников, пожарных, спасателей);
- Не создавать условия, которые препятствуют и затрудняют действия сотрудников полиции, медицинских работников, спасателей, пожарных.

5.6 Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные

вопросы безопасности при работе и компоновке рабочей зоны, вопросы вредных и опасных производственных факторов и мер по предотвращению их негативного воздействия. Также были затронуты темы экологической безопасности, уменьшение вредного влияния на окружающую среду и человека и безопасности в чрезвычайных ситуациях, правил поведения людей в чрезвычайных ситуациях и превентивных мер по их предупреждению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам работы можно сделать вывод, что поставленные задачи были выполнены. Была проделана следующая работа:

1. Проведено исследование предметной области.
2. Были проанализированы различные классы алгоритмов детектирования и отмечены два лучших из них по результатам тестов – гистограммы ориентированных градиентов и YOLOv5.
3. Лучшие из алгоритмов были реализованы и протестированы с целью оценить точность их работы и сравнить их между собой. Для тестирования использовались размеченные изображения из базы COCO, на них запускались два данных алгоритма и рассчитывалось среднее значение меры Жаккара. Исходя из результатов теста, был выбран лучший из них – YOLOv5.
4. Был разработан и реализован полноценный модуль детектирования людей с использованием стека Python/C# – Python для написания собственно методов модуля, C# для написания обертки модуля на сервере. Реализованный модуль позволяет решать задачу детектирования людей для нужд Системы, определения их местоположения, количества в секторе обзора камеры и отслеживания их перемещений.
5. Был создан программный интерфейс данного модуля, с помощью которого взаимодействие сервера с модулем упростилось, и была проведена его интеграция с системой.

В процессе работы над концепцией стартап-проекта был разработан продукт, определены его функциональное назначение, основные потребительские качества, себестоимость и конкурентные преимущества; было проведено исследования рынка, расчет его объема; разработана бизнес-модель продукта, план продаж.

При работе над разделом о социальной ответственности были рассмотрены правовые и организационные вопросы безопасности,

организация рабочей зоны и рабочего места, меры предосторожности для избегания влияния вредных и опасных производственных факторов, вопрос экологической безопасности и правил поведения в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Classification, Object Detection and Image Segmentation
[Электронный ресурс] URL:
<https://developer.qualcomm.com/software/qualcomm-neural-processing-sdk/learning-resources/image-segmentation-deeplab-neural-processing-sdk/classification-object-detection-segmentation> (дата обращения: 12.04.2021 г.);
2. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation / Ross Girshick, Jeff Donahue, Trevor Darrell, Jitendra Malik. – UC Berkeley. – CVPR. – 22.10.2014. – 21 с.;
3. Region-based convolutional networks for accurate object detection and segmentation / R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik. – TPAMI. – 01.01.2016. – 17 с.;
4. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO — Object Detection Algorithms:
Understanding object detection algorithms [Электронный ресурс] URL:
<https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e> (дата обращения: 15.05.2021 г.);
5. Задача нахождения объектов на изображении [Электронный ресурс] URL:
https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Задача_нахождения_объектов_на_изображении (дата обращения: 25.03.2021 г.);
6. Linda G. Shapiro and George C. Stockman (2001): «Computer Vision», pp 279—325, New Jersey, Prentice-Hall, ISBN 0-13-030796-3;
7. P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001;
8. Object Recognition from Local Scale-Invariant Features
[Электронный ресурс]: David G. Lowe, Computer Science Department, University of British Columbia Vancouver, B.C., V6T 1Z4, Canada

lowe@cs.ubc.ca. URL: <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/iccv99.pdf> (дата обращения 26.03.2021 г.);

9. Пат. US6711293B1 США. Method and apparatus for identifying scale invariant features in an image and use of same for locating an object in an image : № 9/519,893 : заявл. 06.03.2000 : опубл. 23.03.2004 / David G. Lowe;

10. Navneet Dalal, Bill Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. International Conference on Computer Vision & Pattern Recognition (CVPR '05), Jun 2005, San Diego, United States. pp.886–893, 10.1109/CVPR.2005.177. inria-00548512;

11. Fast RCNN / Ross Girshick. – Microsoft Research – 27.09.2015. – 9 с.;

12. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks / Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun. – 06.01.2016. – 14с.;

13. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. – University of Washington, Allen Institute for AI, Facebook AI Research. – 09.05.2016. – 10 с.;

14. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection / Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan, Hong-Yuan Mark Liao, Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan. – 23.04.2020. – 17 с.;

15. YOLOv5 New Version - Improvements And Evaluation [Электронный ресурс] URL: <https://blog.roboflow.com/yolov5-improvements-and-evaluation/> (дата обращения 24.03.2021 г.).

16. Video analytics market size [Электронный ресурс] URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/video-analytics-market-101114> (дата обращения: 27.05.2021)

17. Видеоаналитика (российский рынок) [Электронный ресурс] URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_\(российский_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_(российский_рынок)) (дата обращения: 27.05.2021)

18. Компании Томска [Электронный ресурс] URL: <https://www.spark-interfax.ru/statistics/city/69401000000> (дата обращения: 27.05.2021)

19. Марина Иванченко, «Центр 2М» - о методах «дрессировки» технологий видеоаналитики, которые служат бизнесу [Электронный ресурс] URL:

https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Марина_Иванченко,_Центр_2М_-_о_методах_дрессировки_технологий_видео-аналитики,_которые_служат_бизнесу (дата обращения: 17.05.2021)

20. Европа встает на защиту данных [Электронный ресурс] URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2018/03/01/5a96b5fb9a7947568a1c8679> (дата обращения: 18.05.2021)

21. Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801 (дата обращения: 19.05.2021)

22. Video Analytics Hardware, Software, and Services Revenue to Reach \$3 Billion by 2022 [Электронный ресурс] URL: <https://www.edge-ai-vision.com/2016/12/video-analytics-hardware-software-and-services-revenue-to-reach-3-billion-by-2022> (дата обращения: 16.05.2021)

23. Video Analytics Market Statistics: 2027 [Электронный ресурс] URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/video-analytics-market> (дата обращения: 14.05.2021)

24. Работа junior программистом в Томске [Электронный ресурс] URL: <https://tomsk.hh.ru/vacancies/junior-programmist> (дата обращения: 06.05.2021)

25. «Зарплаты томских айтишников выросли в 2020 году, несмотря на пандемию»: статья [Электронный ресурс] URL: <https://www.riatomsk.ru/article/20201004/zarplati-tomskih-ajtishnikov-virosli-v-2020-godu-nesmotrya-na-pandemiyu/?ref=vc.ru#:~:text=Средняя%20зарплата%20junior-разработчиков%20в%20Томске.,они%20получают%2050-90%20тысяч%20рублей> (дата обращения: 06.05.2021)

26. Тарифы на электроэнергию в Томске и Томской области [Электронный ресурс] URL: https://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/tomskaya_oblast/39310/ (дата обращения: 06.05.2021)

27. Хостинг для сайтов в Томске [Электронный ресурс] URL: <https://ag70.ru/hosting/> (дата обращения 19.05.2021)

28. Российские ТЦ внедряют распознавание лиц с помощью технологии FindFace [Электронный ресурс] URL: <https://www.business.ru/news/7031-findface> (дата обращения: 27.05.2021).

29. Цены на IP, CCTV и гибридную (CCTV + IP) систему [Электронный ресурс] URL: <https://www.goal.ru/sistemy-bezopasnosty-seny/price/> (дата обращения: 27.05.2021).

30. Умное видеонаблюдение Ivideon [Электронный ресурс] URL: <https://ru.ivideon.com> (дата обращения: 27.05.2021).

31. «Слежка на миллион: как заработать на распознавании лиц клиентов»: статья [Электронный ресурс] URL: https://www.rbc.ru/ins/own_business/16/12/2015/567161229a79477425e22eda (дата обращения: 27.05.2021).

32. «Каталог решений ведущего производителя в области видеонаблюдения. Решения Axis Communications»: статья [Электронный ресурс] URL: <http://www.techportal.ru/solutions/axis/#resheniya-axis-dlya-podscheta-posetiteley> (дата обращения: 27.05.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Листинг файла training_SVM.py

```
import os
from skimage import io
from skimage.feature import hog
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

plt.figure(figsize=(16, 4))

PERSON_WIDTH = 64
PERSON_HEIGHT = 128
lefttop = [16, 16]
rightbottom = [16 + PERSON_WIDTH, 16 + PERSON_HEIGHT]

pos_img_dir = 'INRIAPerson/train_64x128_H96/pos/'
neg_img_dir = 'INRIAPerson/train_64x128_H96/neg/'
pos_img_files = os.listdir(pos_img_dir)
neg_img_files = os.listdir(neg_img_dir)

X = []
y = []
print('start loading ' + str(len(pos_img_files)) + ' positive files')
for pos_img_file in pos_img_files:
    pos_filepath = pos_img_dir + pos_img_file
    pos_img = io.imread(pos_filepath, as_gray=True)
    pos_roi = pos_img[lefttop[1]:rightbottom[1], lefttop[0]:rightbottom[0]]
    fd = hog(pos_roi, orientations=9, pixels_per_cell=(8, 8),
cells_per_block=(2, 2), visualize=False)
    X.append(fd)
    y.append(1)
print('start loading ' + str(len(neg_img_files)) + ' negative files')
for neg_img_file in neg_img_files:
    neg_filepath = neg_img_dir + neg_img_file
    neg_img = io.imread(neg_filepath, as_gray=True)
    neg_roi = neg_img[lefttop[1]:rightbottom[1], lefttop[0]:rightbottom[0]]
    fd = hog(neg_roi, orientations=9, pixels_per_cell=(8, 8),
cells_per_block=(2, 2), visualize=False)
    X.append(fd)
    y.append(0)

X = np.array(X)
y = np.array(y)
print(X.shape)
print(y.shape)

import sklearn
import joblib

print('start learning SVM.')
lin_clf = sklearn.svm.LinearSVC()
lin_clf.fit(X, y)
print('finish learning SVM.')
print(lin_clf.fit(X, y))
print(lin_clf.score(X, y))

joblib.dump(lin_clf, 'person_detector.pkl', compress=9)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Листинг файла visualize_image.py

```
import cv2
import numpy as np
from PIL import Image, ImageDraw

def main():
    image = Image.open('DATAIMAGE/test/test6.jpg')
    # Convert to numpy array, OpenCV works with numpy arrays
    image_arr = np.asarray(image)

    # Initialize the HOG descriptor
    hog = cv2.HOGDescriptor()
    # Set an SVM detector for the given hog descriptor
    # In this case we use the integrated in OpenCV people detector
    hog.setSVMDetector(cv2.HOGDescriptor_getDefaultPeopleDetector())

    # Detect the pedestrians in the input image
    # detections - numpy array of possible detections in the format:
    #   (starting point x; starting point y; width; height of detection)
    # weights - numpy array of weights (confidences) for each detection
    detections, weights = hog.detectMultiScale(image_arr)

    # Convert to a normal Python list
    detections_rectangles = detections.tolist()

    # Start drawing rectangles for each possible detection
    draw = ImageDraw.Draw(image)
    for x, y, w, h in detections_rectangles:
        draw.rectangle(
            [x, y, x + w, y + h], outline=(255, 0, 0))

    image.show()

if __name__ == '__main__':
    main()
```

ПРИЛОЖЕНИЕ С.

Листинг реализации алгоритма YOLOv5

```
import pafy
import torch
import cv2
import time

def image_detection(img):
    model = torch.hub.load('ultralytics/yolov5', 'yolov5s')
    model.classes = [0]
    result = model(img)
    return result

def realtime_detection(url=None):
    with torch.no_grad():
        model = torch.hub.load('ultralytics/yolov5', 'yolov5s')
        model.classes = [0]
        if url is not None:
            vPafy = pafy.new(url)
            play = vPafy.getbest()
            cap = cv2.VideoCapture(play.url)
        else:
            cap = cv2.VideoCapture(0)
        while cap.isOpened():
            _, frame = cap.read()
            t = time.time()
            result = model(frame, size=640)
            print(len(result.xyxy[0]), ' persons, done. ', round((time.time()
- t), 3), 's')
            for res in result.xyxy[0]:
                cv2.rectangle(
                    frame,
                    (int(res[0].item()), int(res[1].item())),
                    (int(res[2].item()), int(res[3].item())),
                    (50, 205, 50),
                    2
                )
            cv2.imshow("Face Extractor", frame)
            if cv2.waitKey(1) == 13:
                break
        cap.release()
        cv2.destroyAllWindows()

if __name__ == '__main__':
    realtime_detection('https://youtu.be/rkrUNoQC1E')
```